H. J.

Methodische Anleitung

für den

Unterricht im Zeichnen,

zum Gebrauch

in

Elementarschulen und höheren Bildungsanstalten;

auch zum

Selbstunterricht in den Anfangsgründen

des

perspektivischen Zeichnens.

Entworfen

von

Karl Ludwig Francke,

Zeichnenlehrer am Königl. Seminar für Stadtschulen in Berlin.

Nebst einem Vorworte von Dr. F. A. W. Diesterweg.

Mit 12 Kupfertafeln.

Berlin, 1833.

Im Verlage bei Wilhelm Schüppel.

Vorwort.

So wenig es nöthig oder rathsam ist, einer Person bei ihrem Eintritt in eine fremde Gesellschaft, in der sie so geraume Zeit verweilen will, daß jedes Glied derselben sie nothwendig kennen lernen muß, einen Empfehlungsbrief mitzugeben; eben so wenig bedarf es bei der Erscheinung einer neuen Schrift einer empfehlenden Bevorwortung bei allen denen, welche sich durch das Lesen derselben ein eignes Urtheil zu bilden gesonnen und dazu befähigt sind. Wie man leicht

einem Menschen durch Ertheilung eines ihn sehr empfehlenden Schreibens — das ja in der Regel die Erwartung Anderer von ihm hoch zu spannen pflegt — schaden kann, so werden auch durch die lobpreisende Einführung einer neuen Schrift in das literarische Publikum durch einen Andern leicht die Leser veranlaßt, nun ganz Außerordentliches zu erwarten, was für eine unbefangene, gerechte Prüfung und Würdigung der Schrift nicht immer von heilsamen Folgen begleitet ist. Wenn es daher jedem Menschen billig selbst überlassen bleibt, sich durch Charakter und Betragen zu empfehlen, so mögen auch Schriften sich durch sich selbst, d. h. durch ihre Gediegenheit und Zweckmäßigkeit, die Bahn brechen. Diesem Grundsatze in diesem Augenblicke schnurstracks zuwider zu handeln, kann, nachdem ich ihn ausgesprochen, meine Absicht nicht sein. Vielmehr werde ich ihm ganz getreu bleiben, indem ich es

der vorliegenden Schrift selbst überlasse, sich Freunde und Gönner zu erwerben. Eins aber darf ich beifügen. Die Zeichenkunst ist eine praktische Fertigkeit. Die Theorie der Zeichenkunst muß sich in der Anwendung bewähren, muß hier ihre Richtigkeit und Zweckmäßigkeit darthun. Eine Anleitung zum Zeichenunterricht giebt begreiflicher Weise nur Regeln, Vorschriften für die — Anwendung. Die rechte Prüfung geschieht also durch diese, die Praxis. Nun wollte ich sagen, daß der Unterricht, den der Herr Verfasser nach den in der vorliegenden Schrift aufgestellten Grundsätzen in dem hiesigen Seminar und in der Seminar-Knabenschule ertheilt, sehr erfreuliche Früchte trägt. Diese Versicherung wird den Leser vielleicht veranlassen, der Schrift einige Aufmerksamkeit zuzuwenden. Mehr wird dadurch nicht beabsichtigt; am allerwenigsten aber, den Resultaten einer gründlichen

Prüfung vorzugreifen. Wer ein unterrichtliches Werk geliefert zu haben meint, das einen Fortschritt des Faches einleiten kann, scheut die Prüfung nicht, sondern wünscht sie. Mit dem Herrn Verfasser wollte ich darum dazu noch besonders auffordern.

Berlin, im Juli 1833.

A. Diesterweg.

Inhalt.

Seite.

Vorbemerkungen 1

Erste Stufe.

Elemente des Linear-Zeichnens, verbunden mit der Formenlehre 13

Von dem Punkte 16
Von der Linie 17
Richtung der Linien 18
Lage der Linien gegen einander 20
Theilung der Linien 21
Vereinigung der Linien 22
Von den Winkeln 23
Größe der Winkel 24
Lage der Winkel 26
a) Nebenwinkel 26
b) Scheitelwinkel 27
c) Gegenwinkel 27
d) Wechselwinkel 28

Seite.
Figuren 29
A. Die geradlinigen Figuren 29
Lage der Seiten und Winkel gegen einander 30
Arten der Figuren 31
Theilung der Figuren 34
Das Zeichnen der Figuren 34
Zusammenstellungen der Figuren 35
B. Die krummlinigen Figuren 37
Der Kreis 37
Lage und Durchschnittspunkte der Kreise 37
Das Zeichnen der Bogenstücke und der daraus gebildeten Figuren 39
Die Bildung der Halbkreise und der Kreise 40
Das Theilen der Bogen und Kreise zur Herstellung der Vielecke 41
Zusammenstellung krummliniger Figuren 42
Erklärung der Körper 43
Die senkrechte vierseitige Säule 45

Zweite Stufe.

Elemente des perspektivischen Zeichnens und der Schattirung 46
Das Zeichnen der geradlinigen Körper 46
Das Zeichnen der krummlinigen Körper 90

Dritte Stufe.

Ausgeführtes Zeichnen von Körpern und Naturgegenständen 112

Vierte Stufe.

. 130

Die Anfangsgründe der Perspektive.

. 133

Es ist für den Lehrgang der zweiten Stufe vergessen worden, anzumerken: daß beim Unterricht weniger Kinder, oder für den Selbstunterricht, dasselbe an kleineren Körpern und verhältnißmäßigeren Aufstellungsbrettchen vorgenommen werden kann, was dort für die Aufstellungen im Großen angegeben ist.

Vorbemerkungen.

Die Nothwendigkeit, in welche ich mich versetzt sehe, den von mir zur Ertheilung des Zeichnen-Unterrichts vorbereiteten Lehrern einen Leitfaden zu zweckmäßiger Anwendung des Erlernten für den Unterricht in Volksschulen an die Hand zu geben, veranlaßte die Herausgabe dieses Büchleins, dessen Zweck es sein soll, dem Lehrer einen einfachen und für alle Fälle anwendbaren Lehrgang darzubieten, nach welchem er die Darstellungskraft der Schüler, einem natürlichen Entwickelungsgange gemäß, wecken und ausbilden könne.

Da ein großer Theil der Lehrer diesem Zweige des Unterrichts nur eine sehr beschränkte Zeit widmen kann, so hat für sie das Nachlesen, Vergleichen und durch die Anwendung Prüfen alles dessen, was wir in größeren Werken hierüber Gutes besitzen, wohl oft seine Schwierigkeit, und ich hoffe einem schon fühlbar gewordenen Bedürfnisse zu begegnen, wenn ich hier versuche, eine gedrängte Zusammenstellung desjenigen zu geben, was sich mir bei aufmerksamem Lesen der besten, diesen Gegenstand behandelnden Schriften, bei eigenem Nachdenken und hinzu gekommener Erfahrung als das unumgänglich Nothwendigste bei der Sache dargestellt hat, indem ich mit einer

gründlichen Belehrung über das Einzelne doch auch einen klaren Ueberblick des Ganzen gewähren möchte, was zu einem erfolgreichen Lehrgang für den Zeichnen-Unterricht überhaupt erforderlich ist, damit so dieses Werkchen für Lehrer und Schüler gleich nützlich werden möge.

Das Naturzeichnen, welches in der neueren Zeit Herr Professor P. Schmid in seinen Anweisungen hierzu erst recht allgemein zugänglich gemacht hat, ist für den Schul-Unterricht der einzig erfolgreiche Weg; und der Lehrer soll sich in diesem Büchlein in der Kürze Raths erholen können, wie er die Schüler seiner Klasse stets auf die anregendste und förderndste Weise zu beschäftigen vermag, indem ich bei meinen Angaben hierzu besonders auf die so häufig vorhandenen ungünstigen Verhältnisse Rücksicht genommen habe, die gewöhnlich aus der zu großen Anzahl der Schüler, so wie aus zu großer Verschiedenheit ihrer Fähigkeiten und aus erschwerenden Lokal-Verhältnissen hervorgehen.

Es giebt gewiß so manchen Lehrer, der von dem aufrichtigen Wunsche beseelt ist, einen verbesserten Lehrgang für diesen Zweig des Unterrichts in seiner Klasse einzuführen, und es doch nicht erreichen kann, weil er die nöthige Zeit oder Gelegenheit nicht findet, sich erst selbst so in die Sache hinein zu arbeiten, daß er sich der Einführung eines gründlicheren Lehrganges für seine Klasse zu unterziehen wagen dürfte. Mancher machte damit auch wohl wirklich einen Anfang, sahe sich aber, theils durch obgenannte Schwierigkeiten, theils durch mangelnde Geldmittel Seitens der Schüler zur Anschaffung der geforderten Lehrmittel, oder auch durch die Ueberzeugung, das Ganze nicht mit Erfolg durchführen zu können, bald veranlaßt, alles wieder aufzugeben und zu dem alten Schleppgang der Vorlegeblätter zurück zu kehren. Für solche will ich hier bei

den ersten Einrichtungen für das Naturzeichnen anfangen, und sie dabei, gleichsam von Stunde zu Stunde, so lange begleiten, bis sie die Sache in ihrer Klasse mit Erfolg in Gang gebracht haben.

Wünschenswerth erscheint es freilich, daß jeder Schüler die erforderlichen einfachen Naturkörper selbst besitzen und solche in der Schule vor sich haben möchte, um sich so die stufenweis fortschreitenden Aufgaben im günstigsten Gesichtspunkt aufstellen und damit seinen Kräften gemäß fortschreiten zu können, ohne durch das schnellere oder langsamere Fortschreiten Anderer übereilt oder aufgehalten zu werden. Da aber die Erfahrung zeigt, wie unmöglich dies oft in größeren Schulklassen, sowohl des mangelnden Raumes, als auch so vieler anderer Hindernisse und Störungen wegen ist, die ich nicht erst ausführlich aufzählen will, da sie Jeder, der sich hierin versucht hat, gewiß reichlich gefunden haben wird; so will ich hier gleich zu dem allgemein anwendbaren Gang des Zusammenzeichnens einer ganzen Schüler-Abtheilung nach den in größerem Maßstab angefertigten und für alle bequem sichtbar aufgestellten einfachen Naturkörpern übergehen, und ich hoffe, hierzu einen ausführlichen Lehrgang angeben zu können, der sich dem Lehrer in der Erfahrung gewiß immer als allgemein anwendbar und zweckmäßig bewähren wird.

Eine große Schwierigkeit findet sich aber bei dieser Unterrichtsweise oft darin, daß man die Schüler nicht nach ihren Fortschritten im Zeichnen in getrennte Klassen ordnen kann, sondern daß oft die verschiedensten Stufen des Zeichnen-Unterrichts neben einander betrieben werden müssen; und es ist hier keine leichte Aufgabe für den Lehrer, immer für die verschiedenen Kräfte auch die kraftgemäße

Aufgabe zu stellen, damit die fähigeren Schüler nicht zurückgehalten, die schwächeren dagegen nicht übereilt werden. Ich werde daher zuerst die Stufen, wie sie in einem guten Zeichnen-Unterricht auf einander folgen müssen, einzeln durchgehen, wobei ich hauptsächlich dem von Einem Hohen Königlichen Ministerium vorgeschriebenen „Lehrplan für den Zeichnen-Unterricht in den Gymnasien und höheren Bürgerschulen" gefolgt bin; und dann will ich die Art zu zeigen suchen, wie sich dieselben bei gemischten Schülern am besten vereinigen und neben einander betreiben lassen: und wenn man in anderen Lehrbüchern oft recht schön beschrieben findet, wie es beim Zeichnen-Unterrichte in der Schule sein soll, so will ich hier besonders darzustellen suchen, wie es unter den in den Schulen größtentheils obwaltenden Umständen bei demselben sein kann, und es würde mir die größte Freude gewähren, durch dies Büchlein etwas dazu beitragen zu können, daß einerseits die früher gebräuchliche, höchst unzweckmäßige Art der Betreibung dieses Unterrichtszweiges, die leider noch in so vielen Schulen statt findet, immer mehr verdrängt werde, und daß andererseits hierdurch die Einführung eines verbesserten Lehrganges für den Zeichnen-Unterricht besonders für solche Lehrer Erleichterung finde, welche diesen Unterricht nicht zum ausschließlichen Fach machen können, damit so in einem Staat, und besonders in einer Stadt, wie die unsrige, wo so viel für das Aufblühen der Künste gethan wird, und sich dem Auge so mancher Kunstgenuß darbietet, auch immer mehr Empfänglichkeit dafür im Publikum dadurch verbreitet werde, daß die heranwachsende Jugend durch eine gründliche Vorbildung in den Stand gesetzt wird, Kunstwerke mit geläutertem Geschmack anzuschauen und zu würdigen. Ich hoffe dabei,

daß Jeder, der einiges Interesse an der Sache nimmt, bei aufmerksamen Lesen dieses Büchleins die Ueberzeugung gewinnen wird:

daß das ganze Naturzeichnen, der Hauptsache nach, nur darin besteht, daß dem Schüler eine recht faßliche und immer gleich anwendbare Perspektive gelehrt werde, indem er dabei in dem freien Gebrauch des Auges und der Hand geübt wird, so, daß bei ihm Erkennen und Darstellen gleichen Schritt haltend, in stufenweisem Fortschreiten erst vom Einfachen zum Zusammengesetzten und dann vom Richtigen zum Schönen übergehe.

Man wird sich dabei leicht überzeugen, daß nur auf solchem Grunde etwas Brauchbares erbaut werden könne, daß auch die von mir hierzu angegebenen Mittel den dabei berücksichtigten Umständen angemessen und ihrem Zweck entsprechend zu nennen sind.

Selbst für diejenigen jungen Leute, die aus Neigung oder um ihres künftigen Berufs willen die trefflichen Mittel benutzen wollen, die ihnen der Unterricht in den mit der Königl. Akademie verbundenen Zeichnenschulen darbietet, wird eine solche Vorbereitung in den früheren Schuljahren höchst nützlich sein, indem sie dadurch befähigt werden, dort mit um so größerem Erfolge fortschreiten zu können.

Um aber die in den Lehrgang der zweiten Stufe eingeflochtenen perspektivischen Regeln für angehende Zeichner, die hierüber eine deutliche Belehrung wünschen, recht zugänglich zu machen, habe ich hinten noch einen zusammenhängenden Ueberblick dieser perspektivischen Hauptregeln in den „Anfangsgründen der Perspektive" beigefügt, und hoffe, daß auf diese allen verständliche Grundlage hin, Jeder, der ein weiteres Studium hierin beabsichtigt, sich

dann um so leichter in umfassendere Werke wird hinein arbeiten können.

Vorher möge es mir aber noch erlaubt sein, hier einige Worte über den Zeichnen-Unterricht überhaupt hinzu zu fügen, um einen kurzen Ueberblick der Grundsätze zu geben, von welchen ich bei Bearbeitung dieses Werkchens ausgegangen bin.

Wenn früher oft mit Recht darüber geklagt worden ist, daß der Zeichnen-Unterricht auf eine so gar unfruchtbare Weise betrieben wurde, so war im Allgemeinen wohl der Grund dieses Uebelstandes darin zu suchen, daß es bei den Lehrern theils an dem klaren Bewußtsein eines bestimmten Zieles dieses Unterrichts für die Schule mangelte, theils daß in Anwendung der rechten Mittel zur Erreichung eines solchen Zieles gefehlt wurde.

Es wird hier vor allen Dingen ein gewisses Ziel dieses Unterrichts für die Schule fest zu stellen sein, das bei den verschiedensten Anforderungen derselben sowohl für höhere und Elementar-Schulen, als bei Knaben und Mädchen stets gültig bleibt, so daß man selbst demjenigen, der sich die bildende Kunst zum ausschließlichen Fach wählen wollte, keinen besseren Anfang dazu nachweisen könnte, und ein solches Ziel des Unterrichts würde sich vielleicht dahin aussprechen lassen:

daß der Schüler jeden Gegenstand aus der Umgebung, es seien Geräthschaften, Möbel, das Zimmer selbst, einzelne Gebäude oder ganze Ansichten ꝛc. perspektivisch richtig aufzeichnen und nach Schatten und Licht verdeutlichen könne, indem er sich dabei alles auf den Grundriß und das wahre Maßverhältniß der Gegenstände zurück führt, damit er so durch seine Zeichnung Anderen einen deutlichen Begriff des Dargestellten zu

geben vermag, so wie er sich auch selbst aus dergleichen Zeichnungen Anderer leicht zu verständigen wissen muß.

Um aber dieses Ziel zu erreichen, wird es nöthig sein, daß der Schüler zuerst die einfachsten Körper in der Natur richtig sehen und auffassen lerne, ehe er zu den zusammengesetzteren Formen übergeht, damit er sich von vorn herein gewöhne, das in der Natur räumlich nach einander Folgende auf der Fläche des Papiers so neben und über einander darzustellen, wie es uns, der Construktion des Auges gemäß, auf einer Fläche erscheinen kann, damit er so stets mit den umgränzenden Linien der Flächen auch den richtigen Begriff der räumlichen Ausdehnung der Gegenstände und Zwischenräume klar verbinde, was denn nichts anders ist, als eine praktische Perspektive, auf welche allein alles Naturzeichnen basirt sein kann.

Der Schüler soll beim Naturzeichnen gleich dahin geführt werden, daß er sein vorliegendes Papier als das Bild einer zwischen ihm und dem zu zeichnenden Gegenstande senkrecht aufgestellten Glastafel betrachte, durch welche die dahinter liegenden Objekte gesehen werden, indem das Auge dabei als ein feststehender Punkt gedacht wird; und es läßt sich hiervon ein ziemlich anschaulicher Begriff geben, wenn man den Schüler sich so vor die Scheibe eines Fensters stellen läßt, daß sein Auge reichlich so viel als die Höhe der Scheibe beträgt, von derselben entfernt ist, wo er dann, ein Auge zuhaltend, und ohne den Kopf zu bewegen, einfache gegenüber befindliche Gegenstände mit wohlgespitzter weißer Kreide so auf der Scheibe nachzeichnen kann, daß die Gränzen dieser Gegenstände durch die gezeichneten Linien gedeckt werden, wodurch sich ein verkleinertes perspektivisch richtiges Bild

der Objekte auf der Fläche darstellen würde. Denkt man sich nun aber an die Stelle dieser Glastafel ein Rähmchen aufgestellt, das in gleichen Entfernungen von einander mit senk- und wagerechten Fäden überspannt wäre, und man zöge auf das vorliegende Papier ein ähnliches Netz mittelst schwacher Linien; so würde man nun das, was sich in jedem der durch die Fäden gebildeten Quadrate in der Natur zeigt, gleichmäßig in die Quadrate des Papiers zu zeichnen haben, und so hier ebenfalls das richtige perspektivische Bild der Objekte erhalten können.

Der Gebrauch, beim Naturzeichnen die zurückliegenden Punkte vermittelst eines senk- oder wagerecht in einiger Entfernung vor das Auge gehaltenen Fadens zu visiren, ist im Grunde nichts anders, als ein vor das Auge hingezogenes Netz senk- und wagerechter Fäden, und macht eine solche Vorrichtung entbehrlich, indem der Schüler dabei sich nach und nach sein Blatt durch die Bilder solcher Fäden überspannt denken wird, welche ihn die zurückliegenden Punkte der Figuren hinlänglich bestimmen lassen werden.

Da aber alles blos mechanische Anwenden solcher Hülfsmittel nicht den Nutzen bringt, den es haben könnte, wenn der Schüler sich der Absicht bei seinem Verfahren bewußt wäre, so wird es nöthig sein, ihn so bald als möglich mit dem Zwecke dieses Verfahrens bekannt zu machen, da man sonst oft finden wird, wie Schüler, die schon Jahre lang das Naturzeichnen betrieben haben, bei einer näheren Nachfrage bald verrathen, daß sie noch keine klare Vorstellung von dem haben, was sie mechanisch oft ziemlich richtig ausüben; und dieser Mangel setzt sie dann, besonders beim Auffassen größerer Ansichten, sehr in Verlegenheit, und giebt auf der Zeichnung zu großen Miß-

verhältnissen der Gegenstände im Ganzen Veranlassung. Ließe sich auch bei einer kleineren Anzahl von Schülern, wo der Lehrer jedem einzelnen nachsehen kann, ohne die gleich dabei gegebenen perspektivischen Regeln schon etwas leisten; so wird es doch bei einer oft übervollen Schulklasse, wo die Schüler zugleich die verschiedensten Ansichten der aufgestellten Körper zeichnen müssen, gewiß unentbehrlich nöthig werden, eine weitere Aushülfe zu suchen, da hier sonst dem Lehrer jedes Mittel mangeln würde, sich zu überzeugen, ob auch das an der Wandtafel von ihm vorgezeichnete und erklärte Bild der Figur von jedem Schüler aufgefaßt, und seiner Ansicht nach richtig dargestellt wird, worüber ich das Weitere im Lehrgange der zweiten Stufe nachzulesen bitte.

Ich will hiermit aber keineswegs sagen, daß man mit einem blos theoretischen Vortrag der perspektivischen Regeln beginnen müsse, sondern es sollen nur gleich bei dem ersten Aufzeichnen der verkürzten Flächen die allernöthigsten Belehrungen über diejenigen perspektivischen Gesetze angeknüpft werden, die gerade bei dem vorliegenden Falle besonders in Anwendung kommen, und nur mit dem Fortschreiten des Schülers im Auffassen perspektivischer Verschiebungen wird nach und nach immer das dahin Gehörige hinzugefügt werden können, so daß der Schüler sich stets des Grundes der beobachteten Erscheinung vollkommen bewußt bleibt, wie ich dies in dem ganzen Lehrgange der zweiten Stufe ausführlich angegeben habe.

Bei diesem Unterrichtsgange der zweiten Stufe wird aber nothwendig eine gehörige Vorbereitung des Schülers auf der ersten Stufe vorausgesetzt, welche in einer mit Nachdenken verbundenen Uebung für Auge und Hand des Anfängers bestehen muß; und da sich unter der großen

Masse der Schüler, besonders des jüngeren Alters, immer eine große Anzahl solcher finden wird, deren Zeichnenkraft noch viel zu unentwickelt ist, um in das Naturzeichnen mit Erfolg eingeleitet werden zu können, die aber doch in den angesetzten Zeichnenstunden nützlich beschäftigt werden sollen; so wird eine solche Vorschule oder erste Stufe des Zeichnen-Unterrichts gar nicht entbehrt werden können, und nur so gehörig vorbereitete Schüler soll man nun in der zweiten Stufe mit allen Verschiebungen und Abstufungen der geraden und gebogenen einfachen Flächen bekannt machen, um sie dann auf der dritten Stufe in das vollkommene Ausführen der Figuren nach Schatten und Licht einzuführen, worauf dann in der vierten Stufe der Uebergang aus diesen Elementar-Uebungen zu jeder erforderlichen Anwendung für den Zeichner gemacht werden soll, wobei sich leicht darthun wird, wie die hier angegebenen Elementar-Stufen für jede Anforderung der Schule, sowohl nach dem Zweck derselben, als nach dem Geschlecht der Lernenden, nothwendig zum Grunde liegen müssen; denn man findet, besonders in Absicht auf Töchterschulen, noch oft das Vorurtheil, daß Behufs des Blumenzeichnens u. s. w., eine solche Grundlage entbehrlich sei, da sich doch leicht zeigen läßt, daß jedes Blatt oder Blümchen, nach seiner verschiedenen Wendung, schon eine Verkürzung der Theile erleiden wird, die nothwendig erst an den vereinfachten Flächen erlernt werden muß, wenn sie hernach richtig in den mannigfaltigen Abwechselungen dargestellt werden soll, in welchen sie die Natur dem Auge darbietet. Dasselbe gilt von dem Zeichnen nach Gypsköpfen, wo ebenfalls die Verschiebung und Abrundung der einfachen gebogenen Flächen bei dem Schüler vorangehen muß, ehe er sie in den mannigfaltigen Uebergängen der Gesichtstheile mit Nutzen anwenden kann.

Ich werde nun mit dem Lehrgange der ersten Stufe beginnen, wo man die Schüler hauptsächlich nur mit der Darstellung des geometrischen Aufrisses der Vorderflächen einfacher Naturkörper zu beschäftigen hat, wobei sich aber doch schon durch Nachbildung der Vorderflächen passender Gegenstände aus der Umgebung, so wie durch symmetrische geschmackvolle Verbindungen der Linien und durch dergleichen der eigenen Erfindungskraft der Schüler überlassenen Zusammenstellungen, so manches Interessante einflechten lassen wird. Ein Hauptmittel zur Belebung des Unterrichts für diese Stufe wird aber die Verbindung desselben mit den Anfangsgründen der Formenlehre sein, weil man hierdurch zugleich den Geist der Schüler beschäftigen und bilden kann, und durch beständige augenblickliche Anwendung der erlangten Fertigkeit zu einem bestimmten Zweck, ihre Theilnahme immer rege erhält, wobei ich mich jedoch bestrebt habe, hierin das rechte Maß zu halten, weil man oft darin zu weit gegangen ist, und darüber den Hauptzweck, die Uebung des freien Handzeichnens, zu sehr hintan gesetzt hat. Ich habe daher nur so viel von der Formenlehre hinzu genommen, als ich eben für nöthig hielt, um die sonst zu langweiligen Einübungen der einfachen Linien für den Schüler damit zu beleben.

Man hüte sich aber wohl, den Schüler auf dieser Stufe schon Körper mit perspektivischen Ansichten nachbilden zu lassen, und auf diese Art etwas in den Lehrgang der ersten Stufe zu mischen, was dem Lehrgang der zweiten Stufe aufbehalten bleiben muß, da ein solches blos mechanisches Nachahmen oft fehlerhafter perspektivischer Verkürzungen gewiß mehr schaden, als nützen würde, indem dadurch die Schüler nur angeleitet werden, das Bild der

Sachen in einer oberflächlichen Aehnlichkeit darzustellen, da sie nicht den gehörigen Begriff mit der Darstellung verbinden können, und es würde hierdurch für das erst in der zweiten Stufe folgende perspektivische Zeichnen leicht die Veranlassung zu einem verderblichen Halbthun gegeben werden, schon abgesehen davon, daß durch ein solches Vorausnehmen nothwendig das Interesse geschwächt werden müßte, welches für den Schüler in der Folge beim Selbstauffinden der perspektivischen Verschiebungen der Ansichten der Körper so ungemein fördernd ist.

Erste Stufe.

Elemente des Linear-Zeichnens, verbunden mit der Formenlehre.

§. 1. Auf dieser Stufe soll der Schüler mit den Elementen der Form vertraut werden, die Linien in verschiedenen Richtungen, Maßverhältnissen und Verbindungen richtig auffassen, und sie sowohl nach als ohne Vorbild darstellen lernen.

Der Lehrer beginnt mit den Elementen der Formenlehre, wobei er freilich für unsern Zweck, um mit dem Einfachsten zu beginnen, von der Linie, nicht aber von den Körpern ausgehen darf, und zeichnet die in Rede stehenden Figuren, indem er sie erklärt, an der Wandtafel vor, und belebt dabei die Sache durch Fragen und Rückfragen.

Alle vorkommenden Linien und Figuren müssen möglichst groß an der Wandtafel vorgezeichnet werden, und der Lehrer beginne bei den geraden Linien stets mit dem Setzen der Endpunkte derselben, wobei er dann den Schülern bemerklich macht, wie der gerade Weg zur Verbindung dieser Endpunkte dadurch am leichtesten zu finden ist, daß man den Zwischenraum durch einen in gleicher Richtung mit den vorigen liegenden Hülfspunkt halbirt, und dann die Räume zwischen diesem und den beiden Endpunkten abermals durch in gleicher Richtung mit den übrigen liegende Punkte theilt, womit man in den Zwischenräumen so lange fortfährt, bis man bequem durch Verbindung des einen Hülfspunktes mit dem andern die ganze Linie herstellen kann.

Man zeige den Schülern wie diese Hülfspunkte möglichst fein und so angegeben werden müssen, daß sie gleichsam nur voraus gemachte Stückchen aus der Richtung der ganzen Linie sind; und da bei vollen Klassen der Lehrer nicht immer nachsehen kann, ob Jeder diese Hülfspunkte auch richtig gesetzt habe, so kann man den Schülern den Gebrauch eines dünnen Fadens gestatten, den sie, straff angezogen, durch die gesetzten Endpunkte halten, und dann zusehen, ob der gesetzte Hülfspunkt auch in der geraden Richtung liegt.

Wenn nun der Lehrer die Zeichnung in genannter Weise vor den Augen der Schüler entstehen läßt, so lernen diese mehr dadurch, daß sie zeichnen sehen, als daß sie Gezeichnetes sehen; denn das Beobachten des Machens durch Andere ist die beste Anleitung zum Selbstmachen. Alles was gemacht wird, wird besprochen, und die Aufmerksamkeit der Schüler stets hingelenkt auf die Art, wie es gemacht ist. Diese Unterhaltung des Lehrers mit den Schülern wird so lange fortgesetzt, bis die Schüler die Vorzeichnung beschreiben und die Art ihrer Vollendung angeben können. Wenn nun ein einzelner Schüler Letzteres thut, so zeichnet der Lehrer dasjenige, was der Schüler angiebt, an die Tafel, wobei dann der Schüler sich im bestimmten Ausdruck übt, da jede Unbestimmtheit nicht zum Ziele führt, und zugleich erkennen lernt, wie die Zeichnung nicht gemacht werden muß, damit er dann um so besser wisse, wie sie gemacht werden soll.

Um also das falsch Zeichnen und ein beständiges Auswischen von Seiten der Schüler zu verhüten, darf Anfangs von denselben keine Linie ohne vorherige Setzung der Endpunkte und einiger dazwischen liegender Hülfspunkte in oben beschriebener Art gebildet werden, und die Schüler sind dazu anzuhalten, daß sie nicht übereilt und nachlässig zeichnen, damit nicht öfteres Auswischen nöthig werde; wie man denn überhaupt wohl am besten thun wird, die schwächsten Schüler zuerst auf der Schiefertafel zu beschäftigen, und sie erst dann, wenn sie sich einige Uebung erworben haben, in das Buch zeichnen zu lassen.

Das Verbessern der mißrathenen Linien hat übrigens sein Gutes, und es ist strenge darauf zu halten; nur darf niemals dieselbe Uebung zu lange fortgesetzt werden, sondern man muß, obwohl mit Berücksichtigung der Eigenthümlichkeit der einzelnen Schüler, mit ähnlichen abwechseln, indem sonst leicht Ueberdruß und Nachlässigkeit eintreten, völlige Sicherheit und Richtigkeit der Zeichnung aber doch nur in seltenen Fällen erreicht werden würde.

Der Lehrer gebe aber auch gleich von Anfang an zu gerader Haltung des Körpers, der Arme und der Finger Anleitung. Die darauf verwandte Zeit ist nicht Zeitverlust, sondern Zeitgewinn.

Der Maßstab, in welchem die Schüler die Vorzeichnung verjüngen, kann Anfangs ihren Kräften überlassen werden; nachher aber giebt man die Verhältnisse besser nach Zollen an. Der Schüler hat dazu nur einen kleinen Stab, Papier- oder Pergamentstreifen von etwa zwei Zoll Länge nöthig, und er vergleicht seine Zeichnung, deren Verjüngung gegen das in größerem Maßstabe an der Wandtafel befindliche Vorbild vom Lehrer nach Zollen bestimmt wird, mit der gegebenen Länge an seinem Zollstocke, und mißt auch wohl, nachdem er zuvor den Punkt möglichst genau nach freiem Augenmaß gesetzt hat, auf seiner Zeichnung nach, ob er gehörig verglichen hat. Auf diese Weise wird nicht nur das Auge des Schülers sehr geübt, sondern er erhält auch zugleich eine Kenntniß des Längenmaßes, und dem Lehrer, der eine starke Schule und mehrere Abtheilungen in derselben hat, die er gleichzeitig unterrichten soll, kommt das Bestimmen der Aufgaben im Betrag der Größe nach Zollen besonders zu statten.

Da hierbei also der Lehrer die Vorzeichnung immer selbst macht, so findet auch zuerst kein Zeichnen nach Vorlegeblättern statt. Dasselbe hat überhaupt auf allen Stufen des Zeichnen-Unterrichts nur einen sehr untergeordneten Werth. Freilich machen oft zu zahlreiche Schulklassen den Gebrauch mancher Lehrmittel nöthig, welche besser nicht benutzt würden; will man daher im Anfangs-Unterrichte Vorlegeblätter gebrauchen, so

müssen dieselben ganz einfach und von einer solchen Größe sein, daß sie der Schüler Anfangs unverändert auf sein Papier oder seine Tafel übertragen kann. Die Zeichnung des Vorlegeblatts muß dann aber auf jeden Fall vorher von dem Lehrer an die Tafel gezeichnet, zergliedert und beschrieben worden sein.

Von dem Punkte.

§. 2. Ein solches Zeichen . wird Punkt genannt. Ein Punkt ist das Zeichen für einen Ort, eine Stelle auf der Tafelfläche, und hat eigentlich keine Größe oder Ausdehnung, nimmt also auch keinen Raum ein; jedoch können wir ihn nur räumlich zeichnen. Macht man zwei Punkte in einiger Entfernung von einander, so heißt der Raum zwischen beiden oder die Entfernung des einen vom andern: der Zwischenraum.

Liegen zwei oder mehrere Punkte so, daß sie in gleicher Richtung stehen, so bilden sie eine Reihe von Punkten, z. B. . . . . Liegt aber keiner von allen zwischen zweien von ihnen, so liegen sie ungleich, d. h. sie bilden nicht eine Reihe und haben mehrere Richtungen, z. B. . ⁘ .

Der erste Punkt liegt hier mit dem zweiten in einer Richtung, und der zweite wieder mit dem dritten; aber der dritte hat noch außer seiner Richtung nach dem zweiten hin eine Richtung nach dem ersten, so daß also der zweite mit dem ersten und dritten in einer gleichen Richtung liegt.

Auf wie viel Arten können vier Punkte überhaupt liegen? —

Zwischen zwei Punkten findet nur ein Zwischenraum statt; wie viel Zwischenräume haben aber drei, vier Punkte?

Bei drei Punkten ist vom ersten zum zweiten, vom zweiten zum dritten, aber auch vom ersten zum dritten ein Zwischenraum; also finden bei drei Punkten drei Zwischenräume statt. — Bei vier Punkten ist vom ersten zum zweiten, vom zweiten zum dritten, vom dritten zum vierten ein Zwischenraum; aber auch vom ersten zum dritten, vom zweiten zum vierten und vom ersten zum vierten; mithin sind bei vier gleichliegenden Punkten sechs Zwischenräume zu betrachten.

Es wird dies dem Schüler anschaulich, wenn man die Punkte mit Ziffern bezeichnet, und dadurch die Zwischenräume auffinden läßt.

Von der Linie.

§. 3. Das Zeichen für den Zwischenraum zweier Punkte heißt eine Linie. Nimmt die Linie den nächsten Weg von einem Punkte zum andern, so heißt sie eine gerade, geht sie aber nicht den nächsten Weg von einem Punkte zum andern, so ist es eine krumme Linie. Dies ——— ist eine gerade — dieses hier ⌒ eine krumme Linie.

Eine Linie hat nur eine Ausdehnung in die Länge, aber keine Breite; deshalb müssen auch bei den Zeichnenübungen die Linien möglichst fein gezeichnet werden. Wo eine Linie anfängt, ist ihr Anfangspunkt, und wo sie endet (aufhört), ihr Endpunkt. Diese beiden Punkte, der Anfangs- und der Endpunkt, bestimmen die Länge und die Richtung der Linie, und bilden ihre Gränzen. Von einem Punkte aus kann man Linien nach allen Seiten hin ziehen und so lang man will; ein Punkt bestimmt also nicht die Richtung und Länge einer geraden Linie, sondern es gehören wenigstens zwei Punkte dazu.

Da schräge oder schiefe Linien von rechts oben nach links unten am leichtesten zu zeichnen sind, so wird mit diesen der Anfang am besten gemacht werden.

Man lasse die Schüler also zuerst gerade Linien in der schrägen Richtung von rechts oben nach links unten zeichnen, und überlasse die Länge, so wie die mehr oder minder schiefe Neigung dieser Linien, Anfangs nur der Kraft eines jeden Schülers, indem man nur streng darauf sieht, daß solche Linien möglichst schwach und gerade gezeichnet werden, worauf man dieselben nach und nach von zunehmender Länge, und immer mehr der senkrechten Richtung sich nähernd, bilden läßt. Der Schüler beginnt hierbei vielleicht mit einer Linie wie Taf. I., Fig. 1, ab.

Aehnliche Linien lasse man nun nach und nach immer steiler

herab geneigt daneben zeichnen, bis man die senkrechte Richtung in cd erreicht hat. Hier verweilt man nun besonders und zeigt, wie nun jede folgende schräge Linie, z. B. 3, 4 u. s. w. über die senkrechte hinaus in die Neigung der umgekehrt schiefen Linie von links oben nach rechts unten übergeht, in welcher Richtung man die Linie sich dann so lange erheben läßt, bis man die wagerechte Richtung in ef erreicht hat, wo man dann wieder besonders verweilt, und die Schüler darauf aufmerksam macht, wie jetzt abermals eine Richtung der Linie eingetreten ist, von welcher jede Erhebung des rechts gelegenen Endes einer darüber gelegten Linie, eine mit den vorherigen entgegen gesetzte Richtung nimmt.

Richtung der Linien.

§. 4. Die gerade Linie cd also, die von oben nach unten geht ohne sich mit einem Ende weder nach rechts noch nach links zu neigen, heißt eine senkrechte oder lothrechte Linie, von einem an eine Schnur gehängten Gewicht so genannt; eine solche Linie aber, die gerade von der Rechten zur Linken oder umgekehrt von der Linken zur Rechten geht, ohne sich mit einem Ende nach oben oder nach unten hin zu neigen, heißt eine wagerechte oder wasserrechte Linie, nach dem Balken einer gleichstehenden Waage oder nach der Fläche eines still stehenden Wassers so geheißen. Es wird hierbei vortheilhaft sein, das Gesagte den Schülern an einer sogenannten Grundwage, an welcher die senkrechte und wagerechte Richtung zugleich und im Verhältniß zu einander gesehen werden, anschaulich zu machen.

Da man aber im gewöhnlichen Leben eigentlich nur eine solche Linie senkrecht heißt, die gerade nach dem Mittelpunkt der Erde hinab geht, so wird es nöthig sein, die Schüler darauf aufmerksam zu machen, daß man beim Zeichnen und in der Größenlehre von einer Linie auch sage: sie sei senkrecht auf eine andere gezogen, wenn sie so auf derselben steht, daß sie sich zu dieser, wenn auch schräg gelegenen, Grundlinie so verhält, wie sich die aus der Spitze der Grundwage herabgefällte Linie zur Grundlinie derselben verhalten muß. Auch führe man den

Schüler darauf, daß er eine senkrechte Linie auf der vorliegenden Fläche seines Papiers nur liegend darstellen könne, daß er sich aber dieselbe als aufrecht stehend denken müsse.

Alle andere in Fig. 1 durch punktirte Linien angedeuteten Richtungen, die weder senkrecht noch wagerecht sind, heißen schräge oder schiefe Linien. Es giebt demnach verschiedene schiefe Linien; einige nähern sich mehr der senkrechten, andere mehr der wagerechten Richtung; erstere sind entweder schräg oder schief von rechts oben nach links unten, wie 1, 2, oder von links oben nach rechts unten, wie 3, 4; letztere sind schräg oder schief von links nach rechts ansteigend, wie 5, 6; oder von rechts nach links sich herab neigend, wie 7, 8.

Wie heißen die Linien, die weder senkrecht noch wagerecht sind? Giebt es verschiedene schräge oder schiefe Linien? Wie viel gerade Linien können zwischen zwei Punkten gezogen werden, und wie viel Punkte bestimmen die Richtung einer geraden Linie? Könnt ihr einen Punkt so zu einer Linie setzen, daß sie ihn trifft, wenn man sie verlängert? Wie liegt solch' ein Punkt mit der Linie?

Man beschäftige nun die Schüler besonders mit den senk- und wagerechten Linien etwas länger als mit den schrägen, weil erstere vermöge ihrer eigenen Richtung schon schwerer zu zeichnen sind, und verlange dieselben nun von zunehmender Länge, wobei man die Schüler zur Abwechselung auch dergleichen Aufgaben in punktirten Linien herstellen lassen kann, da man solche in zusammen gesetzteren Gebilden oft als Hülfslinien gebraucht.

Bei dergleichen Uebungen verweile man so lange, bis die Schüler eine genügende Fertigkeit darin erreicht haben, und es ist auch für Hand und Auge der Schüler sehr bildend, wenn solche Linien von zunehmender Länge und mehrmals abgesetzt gezeichnet werden, indem man nachher die freigelassenen Zwischenräume in der Richtung der Linienstücke mit Punkten ausfüllt, wodurch dann sehr lange gerade Linien hervor gebracht werden.

Auch das Ziehen der Linien nach gegebenen Punkten und durch dieselben, und das Bestimmen des Punktes, den eine gerade Linie bei deren Verlängerung treffen würde (das Angeben des Richtpunktes), kann sich diesen Uebungen mit Nutzen anschließen.

Lage der Linien gegen einander.

§. 5. Zwei oder mehrere Linien können in gleicher Richtung neben einander liegen, wie die Linien g h, oder in ungleicher Richtung neben einander wie die Linien i k, oder auch in gleicher Richtung nach einander, wie l und m in Taf. 1 Fig. 2.

Liegen zwei oder mehrere Linien so neben einander, daß sie überall in allen Punkten gleich weit von einander entfernt sind, und nie zusammen treffen würden, wenn man sie auch noch so weit verlängerte; so heißen sie gleichlaufende oder parallele Linien. (Siehe g und h Fig. 2).

Liegen zwei Linien so neben einander, daß sie sich treffen würden, wenn man sie verlängerte, so heißen sie ungleichlaufende Linien. Ungleichlaufende Linien nähern sich also an einem Ende einander und entfernen sich am andern. (Siehe Fig. 2, i und k).

Zwei oder mehrere Linien, die bei Verlängerung eine einzige gerade Linie bilden würden, heißen abgesetzte, unterbrochene, oder Linien in einer Richtung. (Siehe Fig. 2, in l und m).

Zwei nach einander liegende Linien haben ein Paar zugekehrte, ein Paar abgekehrte und zwei Paar gleichgekehrte Endpunkte. (Siehe Fig. in 2, no, pq).

Zugekehrt sind die gleich nach einander liegenden Endpunkte o und p; abgekehrt sind die diesen Endpunkten entgegen gesetzten, also n und q, und gleichgekehrt sind die nach einer Seite hingekehrten Endpunkte n und p, und o und q.

So haben auch zwei neben einander liegende Linien ein Paar zugekehrte, ein Paar abgekehrte und zwei Paar gleich-

gekehrte Seiten. (Siehe Fig. 2, g h). Zugekehrt sind die innern, abgekehrt die äußern, und gleichgekehrt die nach einer Seite hin gekehrten Seiten, also eine innere mit einer äußeren.

Welches sind gleichlaufende und welches ungleichlaufende Linien? Wie unterscheiden sich beide Arten von einander? Welches sind unterbrochene oder abgesetzte Linien?

Nun lasse man gleichlaufende Linien in der schrägen Richtung, von rechts oben nach links unten, einen halben, einen ganzen, zwei drei Zoll weit von einander zeichnen, und hierauf gleichlaufende Linien in der senkrechten, und dann in der wagerechten Richtung einen halben, einen ganzen, zwei, drei Zoll weit von einander.

Theilung der Linien.

§. 6. In einer Linie können mehrere Punkte in einiger Entfernung von einander angegeben werden, und diese theilen die Linie in mehrere Stücke (Linienstücke), welche Theile der Linien sind.

Liegt in einer Linie ein Punkt, so sind drei Stücke zu betrachten. a ——— c ——— b. Von a bis c ist ein Stück, von c bis b das zweite, und von a bis b das dritte; a c ist ein Stück, von a b, c b ist auch ein Stück von a b, und a b bestehet aus a c und c b.

Wie viel Stücke sind zu betrachten, wenn zwei, drei Punkte in einer Linie liegen? (Im ersten Falle sechs, im zweiten Falle neun Linienstücke).

Nun lasse man Linien in mannigfaltige bestimmte Theile bringen, und zwar zuerst Linien in der wagerechten Richtung von drei, vier und fünf Zoll Länge, in zwei vier und acht gleiche Theile, worauf man auch dergleichen Linien in drei, sechs und neun gleiche Theile bringen läßt. Nun gehe man zu dem Theilen schräger und senkrechter Linien über, indem man bei einiger von dem Schüler erlangten Uebung auch fünf, zehn u. s. w. gleiche Theile angeben läßt.

Hierbei mache man die Schüler auf einige Vortheile aufmerksam, und zeige ihnen, wie sie, um eine Linie in acht gleiche

Theile zu bringen, dieselbe erst zu halbiren haben, worauf sie jede Hälfte wieder in zwei und jedes Viertel auch in zwei Theile zerlegen. Um eine Linie in sechs gleiche Theile zu bringen, theilt man sie erst in zwei, und dann jede dieser Hälften wieder in drei gleiche Theile. Soll eine Linie in neun gleiche Theile getheilt werden, so lasse man dieselbe erst in drei, und jedes Drittel dann wieder in drei gleiche Theile bringen.

Bei diesen Uebungen halte man streng auf richtige Ausführung der Aufgaben, da solche zur Bildung eines richtigen Augenmaßes sehr förderlich sind, und es kann den Schülern dabei gestattet werden, die angegebenen Theile, nachdem sie dieselben vorher nach bestem Vermögen frei angesetzt haben, mit dem darauf gehaltenen Stift nachzumessen, um so ihre Angaben selbst berichtigen zu können, besonders wenn es dem Lehrer nicht möglich wäre, die Arbeit jedes Einzelnen nachzusehen.

Vereinigung der Linien.

§. 7. Zwei oder mehrere Linien können sich entweder mit einander vereinigen oder sich durchschneiden, und der Punkt, in welchem sie sich vereinigen, heißt ihr Vereinigungspunkt. Liegt dieser Punkt in den Enden der Linie, wie r in Fig. 3, so heißt er der Endvereinigungspunkt, liegt er aber innerhalb der einen Linie, wie Fig. 4 in s, so nennt man ihn einen innern Vereinigungspunkt oder auch Einschnittspunkt; geht aber die eine Linie durch die andere, d. h. durchschneiden sie sich beide, so heißt der Punkt, in welchem sie sich durchschneiden, der Durchschnittspunkt, wie Fig. 5 in t.

Mehrere Linien in einer Richtung bilden, wenn sie sich vereinigen, nur eine gerade Linie. Siehe Fig. 2 in m und n o p q.

Welche Linien können sich vereinigen, ohne eine gerade Linie zu bilden?

Eine senkrechte mit einer wagerechten; eine senkrechte mit einer schrägen; eine wagerechte mit einer schrägen; eine schräge mit einer schrägen. Siehe Fig. 6 u v w x.

Wie viel Vereinigungspunkte kann man mit zwei geraden Linien bilden?

Nur einen Vereinigungspunkt.

Man lasse nun die Schüler jede Anzahl von Vereinigungspunkten angeben, die mit drei, vier Linien gebildet werden können, wobei man finden wird, daß zwei Linien nur einen Vereinigungspunkt, wie w in Fig. 6, geben werden, mit der dritten kann man die unvereinigten Enden dieser beiden Linien vereinigen, und es entstehen zwei neue Vereinigungspunkte, siehe Fig. 7 y; also kann man mit drei Linien höchstens drei Vereinigungspunkte bilden. Vier Linien geben höchstens sechs Vereinigungspunkte, wie z in Fig. 7, und man erhält also überhaupt mit einer neuen Linie immer so viel Vereinigungspunkte mehr, als vorher Linien da waren, weil die letzte Linie alle vorher gezogenen durchschneiden kann.

Wie viel senkrechte und wagerechte Linien können sich in einem Punkte vereinigen?

Nur eine senkrechte mit einer wagerechten, wie u Fig. 6.

Wie viel Durchschnittspunkte können drei Linien höchstens bilden?

Drei Durchschnittspunkte, wie y Fig. 7.

Wie viel Durchschnittspunkte kann man mit vier Linien bilden?

Höchstens sechs Durchschnittspunkte, wie z Fig. 7.

Von den Winkeln.

§. 8. Durch Vereinigung der Linien entstehen Winkel; und der Raum, welcher von den beiden Linien b b in Fig. 8 an ihrem Vereinigungspunkt a zum Theil eingeschlossen ist, heißt Winkel. Die beiden vereinigten Linien b b, welche den Winkel bilden, nennt man Schenkel des Winkels. Der Winkel nach außen hin in c heißt die Spitze oder Ecke desselben, auch wird dieser Punkt c, in welchem die Schenkel zusammen treffen oder sich vereinigen, der Scheitelpunkt des Winkels genannt.

Wie viele Winkel können zwei gerade Linien bilden?

Wenn sie sich im Endvereinigungspunkt vereinigen, so bilden sie nur einen Winkel, wie Fig. 3; vereinigen sie sich aber im inneren Vereinigungspunkte, so entstehen zwei Winkel, wie Fig. 4; durchschneiden sie sich hingegen, so bilden sie vier Winkel. Siehe Fig. 6.

Wie viele Winkel, von der kleinsten bis zur höchsten Anzahl, können mit drei Linien in einem Punkte gebildet werden?

Zwei, drei, fünf und sechs Winkel, wie a b c d. in Fig. 9.

Wie viele Winkel mit drei Linien in zwei Punkten?

Zwei, drei, vier, sechs und acht Winkel, wie a b c d e in Fig. 10.

Wie viel Ecken oder Winkelspitzen kann man mit zwei Linien bilden, und wie viele Ecken können überhaupt an einem Vereinigungspunkte gebildet werden?

Was war also ein Winkel, und was sind die Schenkel eines Winkels? Was heißt der Scheitel (Scheitelpunkt) eines Winkels?

Größe der Winkel.

§. 9. Liegen die Schenkel eines Winkels so gegen einander, daß einer auf dem anderen senkrecht steht, so heißt er ein Querwinkel, gewöhnlich ein rechter Winkel, wie r Fig. 11.

Liegen die Schenkel eines Winkels schräg oder schief gegen einander, so sind sie entweder einander mehr zugeneigt, oder von einander mehr abgeneigt als die Schenkel eines rechten Winkels. Sind die Schenkel eines Winkels einander mehr zugeneigt, so heißt derselbe ein spitzer, wie r Fig. 3; sind die Schenkel eines Winkels hingegen von einander abgeneigt, so heißt er ein stumpfer Winkel, wie Fig. 12 g.

Das Maß des rechten Winkels bleibt sich immer gleich, und seine Schenkel dürfen sich nie einander nähern oder sich von einander entfernen, wenn er nicht ein stumpfer oder spitzer Winkel werden soll. Da der rechte Winkel immer gleich groß bleibt, so dient er auch zum Maßstab für andere Winkel, und der spitze ist stets kleiner als der rechte, so wie der stumpfe immer größer ist.

Die Ecke an einem rechten Winkel ist eine rechte, an einem stumpfen, eine stumpfe, an einem spitzen, eine spitze.

In welchen Lagen kann man mit zwei Linien einen rechten, einen stumpfen, und einen spitzen Winkel bilden?

Sehen sich alle rechte, stumpfe und spitze Winkel einander gleich?

Wann gleichet ein spitzer oder ein stumpfer Winkel am meisten einem rechten?

Wie viele rechte, spitze und stumpfe Winkel kann man mit zwei Linien bilden?

Wenn sich zwei Linien in ihrem Endvereinigungspunkte vereinigen, so können sie bilden: einen rechten, wie r Fig. 11, oder einen spitzen, wie r Fig. 3, oder einen stumpfen Winkel, wie g Fig. 12; vereinigen sie sich in einem inneren Vereinigungspunkte, so können sie bilden: zwei rechte, wie Fig. 4, oder einen spitzen und einen stumpfen Winkel, wie Fig. 13; schneiden sie sich hingegen, so bilden sie entweder vier rechte, oder zwei spitze und zwei stumpfe Winkel, wie Fig. 6, u v u. s. w.

Wie viele rechte Winkel kann man um einen Punkt her bilden?

Was für Winkel können noch mit einem, mit zwei oder drei rechten Winkeln um einen Punkt her liegen?

Wie viele stumpfe Winkel können höchstens um einen Punkt herum gebildet werden?

Nicht mehr als drei. Siehe Fig. 14.

Wie viele Winkel können recht, spitz oder stumpf sein, wenn drei Linien in einem Punkte zwei, drei, vier Winkel bilden?

Wenn drei Linien in einem Punkte zwei Winkel bilden, so können gefunden werden: ein rechter und ein spitzer, wie in Fig. 9, und zwei spitze Winkel, wie Fig. 15; bei drei Winkeln würden sich finden: ein rechter und zwei stumpfe, siehe Fig. 16, oder drei stumpfe Winkel, wie in Fig. 14.

Bei vier Winkeln können sein: zwei rechte, ein spitzer und ein stumpfer, siehe Fig. 17 a; zwei spitze und zwei stumpfe Winkel, wie daselbst in b.

Wie viele Winkel können recht, spitz oder stumpf sein, wenn drei Linien in zwei Punkten zwei, drei, vier Winkel bilden?

Wenn drei Linien in zwei Punkten zwei Winkel bilden, so können gefunden werden: 1) zwei rechte Winkel; 2) ein rechter und ein spitzer; 3) ein rechter und ein stumpfer; 4) zwei spitze; 5) zwei stumpfe, und 6) ein spitzer und ein stumpfer Winkel, wie Fig. 18 a b c d e f.

Bei drei Winkeln würden sich bilden: 1) drei rechte; 2) zwei rechte und ein spitzer; 3) zwei rechte und ein stumpfer; 4) ein rechter, ein spitzer und ein stumpfer; 5) zwei spitze und ein stumpfer; 6) zwei stumpfe und ein spitzer Winkel, wie Fig. 19 a b c d e f.

Bei vier Winkeln können sein: 1) vier rechte; 2) zwei rechte, ein spitzer und ein stumpfer; 3) zwei spitze und zwei stumpfe Winkel, wie Taf. II., Fig. 20 a, b und c.

Wie müssen vier Linien vereinigt sein, wenn sie zwei rechte und vier spitze Winkel bilden sollen?

Zwei davon müssen sich durchschneiden und die beiden anderen sich in dem Durchschnittspunkt vereinigen. Siehe Fig. 21.

Solche Uebungen könnte der Lehrer nach Belieben erweitern; doch wird sich auch in den hier angegebenen Stoff genug für die ersten Uebungen dieser Art finden.

Lage der Winkel.

a) Nebenwinkel.

§. 10. Wenn zwei vereinigte Linien zwei Winkel bilden, und sich in einem innern Vereinigungspunkt vereinigen, so bilden sie ein Paar Nebenwinkel. Siehe Taf. I., Fig. 4. Nebenwinkel liegen also auf derselben Seite einer Linie neben einander; sie haben einen gemeinschaftlichen Schenkel und einen gemeinschaftlichen Scheitelpunkt.

Wie kann man zwei, wie vier Paar Nebenwinkel bilden, und wie viele Linien werden wenigstens dazu erfordert? Von welcher Art können die Nebenwinkel sein? Wie viel Nebenwinkel entstehen, wenn sich zwei Linien durchschneiden?

Fig. 22 Taf. II., enthält vier Paar Nebenwinkel, nehmlich wz, yx, wy und zx.

b) Scheitelwinkel.

§. 11. Scheitelwinkel entstehen, wenn zwei Linien sich einander durchschneiden. Die Winkel, welche auf beiden Seiten des Scheitelpunktes sich gegenüber liegen, sind Paare von Scheitelwinkeln. Siehe Fig. 22 wx und yz.

Wie viel Paar Scheitelwinkel entstehen, wenn sich drei Linien in einem Punkte durchschneiden?

Zwei Linien bilden ein Paar Scheitelwinkel, mit der dritten kann man das eine Paar Scheitelwinkel theilen, und es entsteht noch ein Paar Scheitelwinkel; also geben drei Linien, die einen Durchschnittspunkt bilden, drei Paar Scheitelwinkel. Siehe Taf. I., Fig. 9 d.

Wie viel Paar Scheitelwinkel kann man um einen Punkt her bilden? Von welcher Art können die Scheitelwinkel sein, und wie bestimmt einer den andern?

Wenn der eine Winkel ein rechter ist, so ist sein Scheitelwinkel auch ein rechter; ist der eine ein stumpfer Winkel, so ist sein Scheitelwinkel auch ein stumpfer; ist der eine ein spitzer Winkel, so ist auch sein Scheitelwinkel ein spitzer Winkel.

Welches sind die Nebenwinkel eines jeden Winkels?

Ist der Scheitelwinkel ein spitzer, so sind seine Nebenwinkel stumpfe Winkel; ist der Scheitelwinkel ein stumpfer, so sind seine Nebenwinkel spitze; und ist der Scheitelwinkel ein rechter, so sind seine Nebenwinkel auch rechte; denn wenn der Scheitelwinkel an einem Punkte ein rechter sein soll, so müssen sich die Linien rechtwinkelig durchschneiden, und dann sind alle Winkel um den Durchschnittspunkt rechte Winkel.

c. Gegenwinkel.

§. 12. Bei den Gegenwinkeln in Fig. 23 heißen die einander zugekehrten Winkel b und c, desgleichen f und g *zugekehrte* oder *innere* Gegenwinkel. Die von einander abgekehrten Winkel a und d, ferner e und h heißen *abgekehrte* oder *äußere* Gegenwinkel, im Gegensatze zu den inneren. Die Winkel, deren Schenkel-Oeffnungen nach einer Seite hingekehrt, die

also gleichgekehrt sind, heißen gleichgekehrte oder innere und äußere Gegenwinkel, wie a und c, b und d, e und g, f und h.

Wo liegen innere Gegenwinkel, und was haben sie gemeinschaftlich? Wo liegen die äußern Gegenwinkel? Wo die innern und äußern? Wie viel Linien braucht man, um Gegenwinkel zu erhalten? Kann man bloß äußere Gegenwinkel bilden ohne innere? Von welcher Art können ein Paar Gegenwinkel sein?

d) Wechselwinkel.

§. 13. Es giebt der Lage nach drei Arten von Wechselwinkeln, nehmlich: innere, äußere, und innere und äußere. Die innern Wechselwinkel liegen auf beiden Seiten einer Linie mit der Schenkel-Oeffnung einander zugekehrt; die äußern liegen auf beiden Seiten einer Linie von einander abgekehrt; die innern und äußern liegen auf beiden Seiten einer Linie gleichgekehrt. In Fig. 23 sind die Winkel b und g, f und c innere; die Winkel a und h, e und d äußere; und die Winkel a und g, b und h, e und c, f und d sind innere und äußere Wechselwinkel.

Von welcher Art können also überhaupt zwei Wechselwinkel sein?

§. 14. Hier schließt sich nun das richtige Zeichnen der vorher betrachteten Winkel an, und man lasse zuerst rechte Nebenwinkel zeichnen, weil bei diesen der Schüler vergleichen kann, ob die gezeichneten Winkel auch gleich groß und also rechte Winkel sind. Hierbei wird man erstlich alle Schenkel senk- und wagerecht legen lassen, wie Fig. 24, und dann alle Schenkel schräg, wie in Fig. 25.

Die Länge der Schenkel kann nach Zollen bestimmt werden, und diese Uebung wird so lange fortgesetzt werden müssen, bis alle Winkel mit Fertigkeit richtig gezeichnet werden. Hierauf folgt das Zeichnen einzelner rechter Winkel, die, wie die Nebenwinkel, in verschiedenen Lagen gezeichnet werden. Siehe Fig. 26. Diese einzelnen rechten Winkel sind, besonders in der schrägen Lage, schon etwas schwerer zu zeichnen, und deshalb

lasse man die Schüler mitunter einen Schenkel des Winkels mittelst einer punktirten Linie über den Scheitelpunkt hinaus verlängern, wodurch ein Paar Nebenwinkel entstehen, und die Schüler werden bald sehen, ob ihre Winkel richtig gezeichnet sind.

Nun lasse man zur weiteren Uebung noch rechte Scheitelwinkel und rechte Gegenwinkel, so wie gleich spitze und gleich stumpfe Winkel in mehreren Lagen zeichnen, wozu die Aufgaben mit Bestimmung der Lage und Größe gegeben werden müssen. Beispiele siehe in Fig. 27.

Nun füge man zur besondern Uebung im Zeichnen der Winkel noch einfache Verbindungen derselben bei, die durch Aufgaben bestimmt oder an der Wandtafel vorgezeichnet werden können. Einige Beispiele hiervon in Fig. 28.

Nachdem die Winkel mit Fertigkeit in jeder Form und Lage gezeichnet worden sind, gehe man nun zu den Figuren über.

Figuren.

A. Die gradlinigen Figuren.

§. 15. Ein von allen Seiten durch Linien umschlossener Raum heißt Figur. Man braucht wenigstens drei Linien, um eine Figur zu bilden; denn zwei Linien bilden nur einen Winkel und schließen noch nicht vollständig einen Raum ein, und es muß also noch eine dritte Linie hinzu kommen, wenn der Raum ganz eingeschlossen werden soll. Eine gradlinige Figur erstreckt sich in die Länge und Breite oder Höhe, und hat Winkel, Ecken und Seiten. Die Linien, welche die Fläche einschließen, sind einzeln genommen, ihre Seiten, zusammen genommen, ihr Umfang oder ihre Begränzung.

Wie viel Figuren kann man mit vier, fünf u. s. w. Linien bilden?

Drei Linien bilden nur eine Figur, wenn man die vierte so zieht, daß sie die vorher gehenden Linien durchschneidet, so bekommt man noch zwei neue Figuren dazu; man kann also mit vier Linien höchstens drei Figuren bilden. Siehe Fig. 29 a. Zieht man die fünfte Linie so, daß sie die vorher gehenden

vier Linien durchschneidet, so entstehen noch drei neue Figuren, und man kann also mit fünf Linien sechs Figuren bilden, wie Fig. 29 b. Ueberhaupt bekommt man die meisten Winkel und Figuren, wenn man mit den nachfolgenden Linien alle vorherigen durchschneidet.

Wie viele Linien braucht man wenigstens, um zwei, drei, vier, fünf Figuren bilden zu können?

Zu zwei und drei Figuren braucht man wenigstens vier, und zu vier und fünf Figuren, fünf Linien.

Jede Figur hat eben so viele Seiten als sie Winkel und Ecken hat. Das Dreieck hat, außer den bezeichneten drei Ecken, auch drei Winkel und drei Seiten. Das Viereck hat vier Winkel und vier Seiten u. s. w.; man könnte also das Dreieck auch Dreiwinkel oder Dreiseit nennen, aber gewöhnlich werden diese Art Figuren nach ihrer Eckzahl benannt.

Was für Figuren kann man mit vier und fünf Linien bilden?

Wenn man mit vier Linien *eine* Figur bildet, dann ist es ein Viereck, siehe Fig. 30 a; bildet man *zwei* Figuren, so sind es zwei Dreiecke, wie Fig. 30 b. Mit fünf Linien kann man ein Dreieck und ein Viereck, wie Fig. 30 c, oder auch drei Figuren bilden, und zwar ein Viereck und zwei Dreiecke, wie Fig. 30 d.

Wie viel Vierecke kann man höchstens mit vier, fünf und sechs Linien bilden?

Vier Linien geben nur *ein* Viereck, fünf Linien geben zwei, und sechs Linien geben vier Vierecke. Siehe Fig. 31 a, b und c.

Wie viel Linien braucht man wenigstens, um drei Dreiecke zu bilden?

Drei Linien geben *ein* Dreieck, die vierte und fünfte Linie kann man aus einem Winkel nach der gegenüber liegenden Seite ziehen, so entstehen drei Dreiecke, wie Fig. 32.

Lage der Seiten und Winkel gegen einander.

§. 16. In einer jeden Figur können die Seiten und Winkel einander anliegend, einander gegenüber liegend, und

entgegen gesetzt sein. In dem Dreieck, Fig. 33, sind dem Winkel a die Seiten 1 und 3 anliegend, dem Winkel b die Seiten 1 und 2, dem Winkel c die Seiten 2 und 3.

Der Seite 1 sind die Seiten 2 und 3 anliegend, der Seite 2 die Seiten 1 und 3, der Seite 3 die Seiten 1 und 2.

Der Seite 1 sind die Winkel a und b anliegend, der Seite 2 die Winkel b c, der Seite 3 die Winkel c und a.

Der Winkel a ist der Seite 2 entgegen gesetzt, der Winkel b der Seite 3, der Winkel c der Seite 1.

Die Winkel a und b liegen auf einer Seite, die Winkel b und c und die Winkel c und a ebenfalls.

Aehnliche Uebungen sind an Vierecken anzustellen.

Bei welchen Figuren sind die Winkel sich entgegen gesetzt, und bei welchen die Seiten?

Bei den Figuren mit einer geraden Anzahl Seiten sind Winkel und Seiten entgegen gesetzt.

Bei welchen Figuren sind die Winkel den Seiten entgegen gesetzt?

Bei den Figuren, welche eine ungerade Anzahl Seiten haben.

Arten der Figuren.

§. 17. Die erwähnten Figuren hatten lauter innere Winkel und äußere Ecken; es giebt aber auch Figuren mit äußern Winkeln und äußern Ecken. Diese äußern Winkel an Figuren heißen einspringende Winkel.

An einem Dreiecke kann man keinen einspringenden Winkel bilden. Ein Viereck kann einen einspringenden Winkel haben. Siehe Fig. 34, Taf. III.

Die geradlinigen Figuren werden genauer nach ihren Seiten und Winkeln unterschieden, und es giebt Figuren mit je zwei gleichlaufenden Seiten und lauter gleichen Winkeln, wie Fig. 35; desgleichen auch Figuren mit je zwei gleichlaufenden Seiten und zwei gleichen gegenüber liegenden Winkeln, wie in Fig. 36.

Ein Dreieck mit lauter gleichen Seiten heißt ein gleich-

seitiges Dreieck, und hat auch drei gleiche spitze Winkel, es heißt deshalb auch ein gleichseitiges und spitzwinkliges Dreieck, siehe Fig. 33, Taf. II.

Sind aber in einem Dreieck nur zwei Seiten gleich, so heißt es ein gleichschenkliges Dreieck.

Schließen die gleichen Schenkel einen spitzen Winkel ein, so sind die andern Winkel auch spitze Winkel, und solch ein Dreieck heißt ein gleichschenklig-spitzwinkliges Dreieck, siehe Taf. III., Fig. 37 b.

Schließen die gleichen Schenkel einen rechten Winkel ein, so ist dies ein gleichschenklig-rechtwinkliges Dreieck, wie Fig. 37 a; schließen hingegen die gleichen Schenkel einen stumpfen Winkel ein, so heißt es ein gleichschenklig-stumpfwinkliges Dreieck, wie Fig 37 c.

Ein Dreieck mit lauter ungleichen Seiten heißt ein ungleichseitiges Dreieck, siehe Fig. 38 a, und da ein solches ungleichseitiges Dreieck einen rechten Winkel haben kann, so heißt es dann ein ungleichseitiges rechtwinkliges Dreieck, siehe Fig. 38 b.

Ein Viereck kann lauter ungleich laufende Seiten haben, welche alsdann auch nicht von gleicher Länge sein, und nicht lauter gleiche Winkel einschließen können; ein solches Viereck heißt ein Trapez. Siehe Fig. 39.

Sind in einem Vierecke zwei Seiten gleichlaufend, so wird es ein Paralleltrapez genannt, siehe Fig. 40 a und b; kommen aber im Paralleltrapez rechte Winkel vor, so heißt es ein rechtwinkliges Paralleltrapez, siehe Fig. 40 b. Figuren mit lauter gegenüber liegenden gleichlaufenden Seiten heißen auch Parallelogramme.

Hat ein Viereck zwei und zwei gleichlaufende Seiten, von welchen das eine Paar dem andern Paare ungleich ist, und schließen sie vier rechte Winkel ein, so heißt es ein Rechteck (Oblongum), siehe Fig. 35.

Hat ein Viereck vier gleich lange Seiten, und rechte Winkel und Ecken, dann heißt es Geviert (Quadrat), siehe Fig. 31 a.

Hat ein Viereck vier gleich lange Seiten und je zwei

gleiche stumpfe und spitze Winkel, wie Fig. 41, dann ist es eine Raute (Rhombus). Hat es ferner je zwei gleichlaufende und gleich lange gegenüber liegende Seiten und stumpfe und spitze Winkel, wie Figur 36, so ist es eine längliche Raute (Rhomboides).

Was ist ein Parallelogramm? Wie viel Parallelogramme kann man mit vier, acht Linien bilden? [Siehe Beispiele in Fig. 42.] Wodurch unterscheidet man die Figuren? Was ist ein Trapez, und wie wird ein Trapez mit einem rechten Winkel genannt? Wie viele Arten von Dreiecken giebt es? Wie unterscheiden sich die gleichschenkligen Dreiecke von den gleichseitigen Dreiecken, und woran erkennt man ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck? Wie viele Arten von Vierecken lernten ihr überhaupt kennen? Wodurch unterscheidet sich das Rechteck von dem Quadrat, und was hat es mit ihm gemein? Woran erkennt man eine Raute? Wodurch unterscheidet sie sich von der länglichen Raute, und was hat sie mit ihr gemein? u. s. w.

Alle diese Figuren müssen in möglichst mannigfaltigen Veränderungen, nach Lage und Größe derselben, von den Schülern so lange nachgezeichnet oder nach der Angabe des Lehrers von ihnen gebildet werden, bis sie solche mit Fertigkeit herzustellen im Stande sind.

Hier wäre noch zu bemerken, daß eine jede Seite eines Dreiecks als Grundlinie angenommen werden kann, und daß die dieser Grundlinie gegenüber liegende Ecke die Spitze des Dreiecks heißt.

Eine gerade Linie, die in einem Dreieck aus der Spitze senkrecht auf die Grundlinie gezogen wird, bestimmt die Höhe des Dreiecks.

Welches ist die Spitze und welches die Grundlinie des Dreiecks in Fig. 45, a.

Bei den Vierecken wäre zu bemerken, daß die gerade Linie, welche aus einem Winkel nach dem gegenüber stehenden gezogen wird, Ecklinie (Diagonale) heißt.

Theilung der Figuren.

§. 18. Wie viele Ecklinien kann man in einem Vierecke ziehen? Was für neue Figuren entstehen, wenn man in einem Rechtecke, einem Quadrate und einer Raute eine Ecklinie zieht?

In einem Rechtecke entstehen durch eine Ecklinie zwei ungleichschenklig-rechtwinklige Dreiecke, siehe Fig. 43 a; in einem Quadrate zwei gleichschenklig-rechtwinklige Dreiecke, wie daselbst in b; in einer Raute zwei gleichschenklig-spitz- oder stumpfwinklige Dreiecke, wie in c.

Was für Figuren können in einem Rechtecke durch eine Theilungslinie entstehen?

Wenn man die Linie aus einem Winkel nach der diesem Winkel gegenüber liegenden Seite zieht, so entstehet ein rechtwinkliges Parallel-Trapez und ein rechtwinkliges Dreieck. Siehe Fig. 44 d.

Zieht man die Linie von einer Seite nach der gegenüber liegenden, gleichlaufend mit den andern, so entstehen zwei Parallelogramme, wie Fig. 44 e; zieht man hingegen die Linie von der einen Seite nach der gegenüber stehenden, ungleichlaufend mit den andern Seiten, so entstehen zwei Parallel-Trapeze, siehe Fig. 44 f.

Ein Dreieck kann man so theilen, daß man die Theilungslinie aus der Spitze desselben nach der Grundlinie zieht, wodurch zwei Dreiecke entstehen, siehe Fig. 45 a; oder man kann die Theilungslinie von der einen Seite des Dreiecks nach der ihr gegenüber liegenden ziehen, wodurch ein Dreieck und ein Viereck gebildet wird u. s. w. Siehe Fig. 45 b.

Das Zeichnen der Figuren.

§. 19. Nun stelle man den Schülern verschiedene Aufgaben solcher Figuren, und lasse gleichschenklig-rechtwinklige Dreiecke in mehreren Lagen so zeichnen, daß die gleichen Schenkel erst einen, dann zwei, dann drei Zoll lang sind. Hierauf lasse man gleichschenklig-stumpf- und spitzwinklige Dreiecke in eben der Art und in verschiedenen Lagen zeichnen.

Da bei einem gleichschenklig-spitzwinkligen Dreiecke die Spitze, in welcher die gleichen Schenkel vereinigt sind, senkrecht über der Mitte der Grundlinie ist, so kann das Verfahren für das Zeichnen derselben den Schülern etwa so angegeben werden: Macht eine Linie drei Zoll lang, theilt diese in zwei gleiche Theile und errichtet auf dem Theilungspunkte eine senkrechte Hülfslinie; darauf verbindet die unvereinigten Enden dieser Linien durch gerade Linien, so entsteht ein gleichschenklig-spitzwinkliges Dreieck. Oder bildet rechte Nebenwinkel, so, daß der Schenkel, welchen beide Winkel gemeinschaftlich haben, eine punktirte Linie, und länger ist als die beiden andern Schenkel, welche gleich sein müssen; darauf verbindet die unvereinigten Schenkel-Enden durch gerade Linien, und es wird ein gleichschenklig-spitzwinkliges Dreieck sein. Z. B. Fig. 45 a.

Auf diese oder ähnliche Weise bestimme man jede Lage und Größe der zu zeichnenden Dreiecke, so daß sie bald auf der einen Seite, bald auf einer Ecke stehen. Die Aufgaben zu diesen Uebungen müssen möglichst verschiedenartig gestellt werden, damit die Schüler immer etwas Neues zu haben glauben.

Nun lasse man auch Quadrate, ebenfalls in mehreren Lagen und von zunehmender Größe zeichnen, und gehe hierauf zu Rechtecken über, die so gebildet werden, daß ihre kürzeren Seiten die Grundlinien sind, wobei ebenfalls die Aufgaben von zunehmender Länge gestellt werden können. Jetzt folgen Rechtecke, deren längere Seiten die Grundlinie bilden, und ihre Breite betrage die Hälfte der Länge u. s. w. Man lasse nun auch Rechtecke in schräger Richtung zeichnen, und zwar so, daß sie ein bestimmtes Verhältniß der Länge zur Breite haben. Eben so werden dann auch Rauten und längliche Rauten nach Aufgaben gezeichnet, und man bediene sich dabei senk- und wagerecht punktirter Hülfslinien, ähnlich den Theilungslinien in Fig. 43 c.

Zusammenstellungen der Figuren.

§. 20. Nach diesen Vorübungen werden nun zusammengesetztere Gebilde mit geraden Linien ausgeführt, bei welchen diese Vorübungen in Anwendung kommen sollen.

Die Schüler haben bisher verschiedene Winkel und Flächen in Uebung gebracht, und es wird ihnen nicht schwer werden, die hier in Fig. 46 u. s. w. folgenden Gebilde bei einiger Anweisung richtig zu zeichnen. Vorzeichnungen dieser Art können nun von dem Lehrer an der Wandtafel in größerem Maßstab gezeichnet werden, oder auch im Kleinen vervielfältigt, als Vorlegeblätter zum Nachzeichnen dienen.

In Fig. 46 werden die drei gleichlaufenden senkrechten Hülfslinien, in der bestimmten Länge und Entfernung von einander, nach Zollen angegeben, worauf man die mittlere Linie in drei, die beiden andern in sechs Theile theilt, und durch Verbindung dieser Punkte nach Anleitung der Figur die Zeichnung vollendet.

Fig. 47. Von den diese Figur umschließenden beiden Quadraten werden, in dem innern derselben, die obere und untere Linie in vier, die beiden Seitenlinien in zwei gleiche Theile getheilt, und aus diesen Punkten, so wie aus den Winkeln des Quadrats, die verbindenden Linien gezogen, wie die Zeichnung es lehrt; die Ecken der inneren Rauten werden in den Mittelpunkten der ersteren in a gefunden.

In ähnlicher Weise wird durch Theilung der Linien, Fig. 48, nach Anleitung der Zeichnung leicht gebildet werden können.

Fig. 49. Hier lasse man, nach den zu bestimmenden Maßen, zuerst die senk- und wagerechten Hülfslinien b, c, d, e bilden, und mittelst der Halbirung der vier rechten Winkel die schrägen Hülfslinien f, g, h, i ziehen, worauf man durch die Theilung der erstgenannten Linien acht Punkte in a finden wird, von denen man nach den Enden der Hülfslinien hin, in b, h, e, g, c, i, d, f, die Spitzen des Sternes herstellen kann.

Hat nun der Schüler das Bisherige mit Aufmerksamkeit gezeichnet, so wird es ihm keine Schwierigkeit machen, die nöthigen Hülfslinien und Hülfspunkte auch bei andern ähnlichen Figuren aufzufinden, und der Lehrer kann solche Zusammenstellungen nach Gefallen vermehren, oder deren Erfindung der Kraft der Schüler überlassen. Hierauf leite man die Schüler

zum Nachbilden geradliniger Vorderflächen von Gegenständen aus der Umgebung an, indem man Fenster, Thüren, Bauwerke u. s. w. an der Tafel vorzeichnet, was von großem Interesse für dieselben sein wird. Ein Paar Andeutungen hierzu sind Taf. IV., in den Figuren 50 und 51 beigefügt.

B. Die krummlinigen Figuren.

Der Kreis.

§. 21. Die hier folgenden Figuren werden blos von dem Lehrer an der Schultafel vorgezeichnet und erklärt.

Eine krumme Linie, die überall gleich gekrümmt und überall gleich weit von einem Punkte entfernt ist, heißt Kreislinie (Peripherie). Der Punkt, von welchem diese Linie ringsherum in gleicher Entfernung liegt, wird der Mittelpunkt genannt.

Die gerade Linie hat einen Anfang und ein Ende, die Kreislinie aber hat weder einen Anfang noch ein Ende, oder man könnte auch sagen: sie hat überall Anfang und Ende, da sie überall angefangen werden kann.

Eine gerade Linie kann keinen Raum einschließen, die Kreislinie dagegen schließt einen Raum ein, und bildet eine Fläche, die man Kreisfläche nennt.

Die Kreislinie hat eine eingebogene (hohle) und eine ausgebogene (erhabene) Seite, die gerade Linie nicht u. s. w.

Welches ist die Gränze der Kreisfläche, oder welche Linie bestimmt ihren Umfang? Wie ist die Richtung der Kreislinie?

Lage und Durchschnittspunkte der Kreise.

§. 22. Zwei oder mehrere Kreise können außer einander oder in einander liegen; liegen sie außer einander, so können sie so liegen, daß sie sich nicht berühren, und dann heißen sie getrennte Kreise, siehe Figur 52; oder sie berühren sich, dann heißen sie Berührungskreise, wie in Fig. 53; und der Punkt a, in welchem sie sich berühren, heißt der Berührungspunkt. Sie können sich aber auch durchschneiden, und dann sind es Durch-

schnittskreise, siehe Fig. 54, und die Punkte a, in welchen sie sich durchschneiden, heißen die Durchschnittspunkte.

Kreise, die in einander liegen, können überall von gleicher Entfernung von einander sein, und dann heißen sie gleichlaufende Kreise, siehe Fig. 55; oder sie können, ohne sich zu berühren, nicht immer in gleicher Entfernung von einander bleiben, dann heißen sie ungleichlaufende Kreise, siehe Fig. 56; ferner können sie auch in einander liegen und sich berühren, und dann nennt man sie innere Berührungskreise, wie Fig. 57. Der Punkt a, in welchem sie sich dann berühren, heißt ein innerer Berührungspunkt.

Welche Kreise heißen getrennte Kreise, und welche Berührungskreise? Wo liegen die innern, wo die äußern Kreise? Wann durchschneiden sich zwei Kreise und wann liegen sie gleichlaufend mit einander? Wie können drei Kreise mit einander liegen, ohne sich zu durchschneiden? Auf welche Art können sich drei Kreise berühren oder sich durchschneiden? Wie viel Durchschnittspunkte können höchstens drei Kreise haben?

Sechs Durchschnittspunkte. Siehe Fig. 58, a b c d e f.

Eine gerade Linie, die von einer Seite des Kreises bis zur gegenüber stehenden gerade durch den Mittelpunkt geht, heißt Durchmesser (Diameter), siehe Fig. 59 a b. Der Durchmesser theilt den Kreis in zwei gleiche Theile, Hälften oder Halbkreise.

Eine gerade Linie, die von einer Seite des Kreises nur bis zum Mittelpunkt geht, den Kreis also nur bis zur Hälfte mißt oder theilt, wird Halbmesser (Radius) genannt. Siehe Fig. 59, c d.

Wenn in einem Kreise eine gerade Linie von einem Punkt der Kreislinie bis zu einem gegenüber liegenden Punkt derselben geht, ohne den Mittelpunkt zu berühren, so ist dies eine Sehne (Chorda). Siehe Fig. 59, e f.

Eine gerade Linie, welche den Kreis berühren kann, heißt eine Berührungslinie (Tangente). Die Berührungslinie muß stets außerhalb des Kreises sein, sonst würde sie ihn bei ihrer Verlängerung durchschneiden können. Siehe Fig. 59, g h.

Die Linie, welche den Kreis durchschneidet, heißt Schneidungslinie (Sekante), und man kann durch Verlängerung die Sehne, den Radius und den Durchmesser in eine Schneidungslinie verwandeln.

Der Theil eines Kreises, der durch die Sehne, die Durchschnittslinie oder den Durchmesser von der Peripherie abgeschnitten wird, heißt Bogen, so wie überhaupt jedes Stück einer Kreislinie.

Wie unterscheidet sich der Durchmesser vom Halbmesser, und wie die Sehne vom Durchmesser? Wie unterscheidet sich die Schneidungslinie von der Sehne, vom Halbmesser und vom Durchmesser? Wie viele Durchmesser kann man in einem Kreise ziehen, wie viele Halbmesser und Sehnen? In wie vielen Punkten kann eine gerade Linie den Kreis berühren?

Das Zeichnen der Bogenstücke und der daraus gebildeten Figuren.

§. 23. Man kann nun mit dem Zeichnen von Bogenstücken den Anfang machen, indem man dieselben von den Schülern über punktirte gerade Hülfslinien spannen läßt, in deren Mitte man kleine senkrechte Linien herauf punktirt, um so die Höhe des Bogens zu bestimmen. Man beginnt dabei mit dem viertel Kreis, den man erst senk- und wagerecht, dann schräg und von zunehmender Größe zeichnen läßt. Beispiele mit Angabe der nöthigen Hülfslinien, finden sich in Fig. 60.

Nachdem die Schüler hierin einige Fertigkeit erreicht haben, gehe man zu den zusammen gesetzten Bogenstücken und den dadurch gebildeten Winkeln und Figuren über.

Auf welche Art und in wie vielen Punkten können sich zwei, drei, vier Bogen vereinigen, und wie viele und was für Winkel können sie dann bilden?

Zwei Bogen können sich in einem oder in zwei Punkten vereinigen. Vereinigen sich zwei Bogen in einem Punkt, so können sie bilden: erstens, einen Winkel mit hohlen Schenkeln

oder einen hohlen Winkel, siehe Fig. 61 a; zweitens, einen Winkel mit erhabenen Schenkeln oder einen ausgebogenen Winkel, wie Fig. 61 b; drittens, einen Winkel mit einem hohlen und einem gewölbten Schenkel oder einen gemischten Winkel, wie Fig. 61 c.

Vereinigen sich zwei Bogen in zwei Punkten so, daß die hohlen Seiten einander zugekehrt sind, so bilden sie ein Zweieck mit gewölbten Seiten, wie Fig. 62.

In wie viel Punkten können sich drei Bogen vereinigen, und was für Winkel und Flächen bilden sie dann?

Drei Bogen lassen sich in einem Punkte, auch in zwei und drei Punkten vereinigen; im letzten Falle können sie bilden: erstens, ein Dreieck mit hohlen Winkeln, ein erhabenseitiges Dreieck, wie in Fig. 63 a; zweitens, ein Dreieck mit erhabenen Winkeln, ein hohlseitiges Dreieck, wie Fig. 63 b; drittens, ein Dreieck mit gemischten Winkeln, und dies kann haben: zwei hohle Seiten und eine erhabene, wie Fig. 63 c, oder zwei erhabene Seiten und eine hohle, wie Fig. 63 d.

Was für Figuren entstehen, wenn man drei, vier, fünf, sechs u. s. w. sich vereinigende Berührungslinien an einem Kreise zieht?

Zieht man drei Berührungslinien an einem Kreise, so entstehet ein Dreieck; bei vier Linien ein Viereck; bei fünf Linien ein Fünfeck u. s. w.

Aehnliche Abtheilungen lasse man auch innerhalb des Kreises suchen.

In was für Winkel können zwei Berührungslinien zusammen stoßen?

In einem spitzen, stumpfen oder in einem rechten Winkel.

Die Bildung der Halbkreise und der Kreise.

§. 24. Bei Halbkreisen setzt der Schüler einen Durchmesser mit einem Halbmesser so zusammen, daß beide zwei rechte Nebenwinkel mit gleichen Schenkeln bilden, und dann zieht er um die unvereinigten Schenkelenden eine überall gleichgebogene

Linie. Man kann Anfangs auch die beiden rechten Winkel durch zwei hinein punktirte Halbmesser theilen lassen, um so noch ein Paar Hülfspunkte zu gewinnen. Siehe Fig. 60. a.

Zu dem Zeichnen der Kreise ist durch das Zeichnen der Bogen und Halbkreise schon eine hinlängliche Vorübung erworben, und ganze Kreise werden am leichtesten um rechte Scheitelwinkel mit gleichen Schenkeln gebildet, also um zwei Durchmesser, die sich in der Mitte rechtwinklig durchschneiden. Man lasse durch Theilung dieser Winkel mittelst zweier Durchmesser noch Hülfspunkte bilden, und die überall gleichgebogene Linie, welche man um die Schenkelenden zieht, wird eine Kreislinie sein. Siehe Fig. 64. Es werden nach und nach Kreise von zunehmender Größe gezeichnet, und wenn diese mit Fertigkeit vollendet sind, können noch gleichlaufende Kreise in und um dieselben geübt werden.

Das Theilen der Bogen und Kreise zur Herstellung der Vielecke.

§. 25. Bogen in mehreren Lagen und verschiedener Größe werden nun in zwei, drei, vier u. s. w. Theile getheilt. Siehe Fig. 65.

Wenn man mittelst der in Fig. 64 angegebenen Hülfslinien einen Kreis zeichnet, so ist dieser dadurch schon in acht gleiche Theile getheilt; verbindet man die Enden dieser Theile durch gerade Linien, so erhält man ein regelmäßiges Achteck. Siehe Fig. 66.

Um eine Kreislinie in sechs gleiche Theile theilen zu können, theilt man sie erst in zwei, und darauf jede Hälfte in drei gleiche Theile, worauf durch Verbindung dieser Punkte, mittelst gerader, Linien ein regelmäßiges Sechseck entsteht, bei dem jede Seite so lang als der Halbmesser des Kreises ist, aus welchem das Sechseck gebildet wurde, siehe Fig. 67, und in ähnlicher Weise wird man leicht alle übrigen Vielecke entstehen lassen können.

Eine länglichrunde oder ovale Linie besteht aus vier Bogen, von welchen die einander gegenüber liegenden Stücke sich

gleich sein müssen, die dann zu einem schön geschwungenen Ganzen zu verbinden sind. Siehe Fig. 68.

Ein Eirund kann durch zwei Kreise, einen kleineren und einen größeren, gebildet werden. Den Halbmesser des oberen Kreises a, b in Fig. 69, theile man in drei Theile, von denen zwei den Radius des kleineren Kreises ausmachen, worauf man durch das untere Drittel in c der genannten Linie, den kleineren Kreis zieht, und dann die Seiten des Eirunds in einer gefälligen Schwingung verbindet.

Eine Schlangenlinie besteht aus einer Zusammensetzung gleicher oder ungleicher Halbbogen. Ein Beispiel siehe in Fig. 70.

Um die Bildung der Schneckenlinie dem Schüler zu erleichtern, lasse man ihn zuerst einen Kreis mit einem senk- und wagerechten Durchmesser in sieben gleiche Theile theilen, worauf sich durch die verschiedenen Halbkreise in a b c u. s. w. die Figur leicht bilden lassen wird, wie in Fig. 71 zu ersehen ist.

Das Zeichnen solcher Figuren ist für die Schüler sehr nützlich, und man lasse solche von zunehmender Größe und in mehreren Lagen nachbilden.

Zusammenstellung krummliniger Figuren.

§. 26. Nun lasse man von den Schülern auch mannigfaltige Zusammenstellungen der gebogenen Linien zeichnen, wozu einige Beispiele in Fig. 72 u. s. w. angegeben sind, die der Lehrer möglichst groß an der Schultafel vorzeichnen und durch ähnliche Gebilde vermehren kann, wobei er die Herstellung solcher Figuren, durch Hülfslinien in oben erwähnter Art, nach Anleitung der gegebenen Zeichnungen den Schülern zu erleichtern wissen wird. Man kann aber auch dergleichen Aufgaben von den Schülern selbst aus passenden Vorderansichten geschmackvoll ausgewählter Naturformen, oder von Kunstgegenständen entnehmen und zusammenstellen lassen.

Da hier nun einzelne Formen zu einem geschmackvollen Ganzen zu verbinden sind, so darf der Schüler nicht mehr mit

Ungeübtheit der Hand zu kämpfen haben, es muß vielmehr für Hand und Auge schon eine hinlängliche Bildung durch die vorhergegangenen Uebungen erreicht worden sein, und der Lehrer kann auch wohl in größeren Klassen dergleichen Zeichnungen in Vorlegeblättern vervielfältigt austheilen; nur muß er dann dieselben zuerst an der großen Wandtafel aufzeichnen und zergliedern, um sie dann durch die Schüler in verändertem Maßstab nachbilden zu lassen.

Für die anzugebenden Schattendrucker der Linien in solchen Figuren kann man im Allgemeinen den Schülern die Regel geben, daß alle nach rechts und unten gelegenen Conturen etwas kräftiger, die nach links und oben gelegenen dagegen lichter gehalten werden müssen. Ein Weiteres hierüber bleibt der zweiten Stufe vorbehalten.

Erklärung der Körper.

§. 27. Als Uebergang zur zweiten Stufe kann man hier für solche Schüler, die noch keinen besondern Unterricht in der Raumlehre genossen haben, eine Einleitung durch Betrachtungen an regelmäßigen Körpern voran schicken, wobei dann die hierzu nöthigen mathematischen Körper vorgezeigt und erklärt werden, wie dies in der folgenden Anleitung angegeben ist, da diese Uebungen bei dem Unterrichte der folgenden Stufe, für das nunmehr nöthige Aufsuchen der verdeckt liegenden Seiten der Körper von großem Nutzen sein werden.

Der Lehrer zeigt einen Würfel vor, indem er das Nöthige dabei mit den Schülern in folgender Weise bespricht:

Was ist das? (den Würfel hinhaltend.)

Ein Gegenstand, Körper.

Wie viele Ecken hat dieser Körper? Wo liegen diese vier Ecken; wo diese? (Oben, unten.) Wie viele Flächen hat dieser Körper? Wo liegen diese Flächen? (Oben, unten, vorn, hinten, rechts und links.)

Hier, wo zwei Flächen zusammenstoßen, ist eine Kante, und an derselben eine gerade Linie, welche man Kantenlinie

nennt. Dieses nennt man eine Kante, und dieses ist die Kantenlinie. Wie viele Kanten hat dieser Körper, und wie viele Kantenlinien? — Vergleichet die Längen dieser Kantenlinien mit einander.

Alle zwölf Kantenlinien sind gleich lang.

Wie viele Kantenlinien stoßen an jeder Ecke zusammen? (Drei.)

Jede Fläche, die von Linien begränzt wird, heißt eine Figur. Diese Figuren erhalten nach der Anzahl der sie begränzenden Linien (Seiten genannt) ihre Namen. Die diesen Körper begränzenden Figuren sind also —?

Vierseitige Figuren. —

Da wo zwei solche Seiten zusammen stoßen, entstehet ein Winkel, und zwar, da jede dieser Seiten auf der andern senkrecht steht, ein rechter Winkel. Wie viele rechte Winkel enthält also jede dieser vierseitigen Flächen? Wie viele rechte Winkel liegen daher an jeder Ecke dieses Körpers? Wie viele am ganzen Körper? Wie kann man nun jede der Flächen, die diesen Körper begränzen, nennen.

Nach der Anzahl der Seiten, eine vierseitige — nach der Anzahl der Winkel, eine vierwinklige — nach der gegenseitigen Größe der Winkel, eine gleichwinklige.

Wie heißt man solche vierseitige Figuren? Was ist demnach ein Quadrat? Dieser Körper ist also begränzt von? (Sechs gleichen Quadraten.) Wie steht jedes Quadrat auf denen, mit welchen es zusammenhängt? Mit wie vielen hängt jedes zusammen? (Mit vier.) Mit wie vielen nicht? (Mit einem.) Welche Lage hat es gegen dieses Quadrat?

Es liegt ihm gegenüber.

Welche Lage haben die Kantenlinien, wenn dieser Körper auf dem Tische liegt?

Die vier untern liegen wagerecht; ebenso liegen die vier obern; die vier andern stehen senkrecht.

Dieser Körper heißt Würfel (Cubus). Nennt die Merkmale des Würfels!

Die Schüler beschreiben nun den Würfel, und der Lehrer hilft ein, wo es nöthig ist, thut erläuternde Fragen u. s. w. Bei den folgenden Körpern wollen wir uns kürzer fassen, dem Lehrer es überlassend, die nöthigen Fragen und Erläuterungen beizufügen; wir stellen hier nur die Sätze auf, die gefunden werden müssen.

Die senkrechte vierseitige Säule.

§. 28. Diese senkrechte vierseitige Säule ist begränzt von sechs vierseitigen Figuren. An derselben sind zwölf Kanten, zwölf Kantenlinien und acht Ecken. An jeder Ecke stoßen drei Kantenlinien zusammen, und an jeder Ecke liegen drei rechte Winkel. An der ganzen Säule sind vier und zwanzig rechte Winkel. Die Säule hat zwei Grundflächen und vier Seitenflächen; auf den Grundflächen steht, auf den Seitenflächen liegt sie. Die zwei Grundflächen sind Quadrate, einander gleich, und gleichlaufend; die vier Seitenflächen sind rechtwinklige längliche Vierecke, einander gleich, und je zwei gegenüberstehende Seiten sind auch einander gleich. Wenn sie steht oder liegt, so haben acht Kantenlinien eine wagerechte, und vier eine senkrechte Lage.

Jede dieser Seitenflächen heißt ein Rechteck. Ein Rechteck ist also —? u. s. w.

Diese Uebungen kann der Lehrer noch durch Hinzufügung der übrigen mathematischen Körper nach Gefallen erweitern.

Zweite Stufe.

Elemente des perspektivischen Zeichnens und der Schattirung.

§. 1. Auf dieser Stufe soll der Schüler theils die Veränderungen der Gestalt, welche die Flächen durch die Veränderungen des Gesichtspunktes erleiden, theils die verschiedene Beleuchtung und Beschattung der Körper aufzufassen und darzustellen lernen.

Die Umrisse der Körper werden hierbei erst in geometrischer, dann in perspektivischer Ansicht gezeichnet, und durch Andeutung der Beleuchtung und Beschattung der Flächen, durch die größere oder geringere Stärke der sie umgränzenden Linien, herausgehoben.

Das Zeichnen der gradlinigen Körper.

§. 2. Würfel und vierseitige Säulen in verschiedener Ansicht und Zusammenstellung geben hier den ersten Stoff des Unterrichts, und werden eine hinlängliche Einleitung für das folgende Zeichnen ebenbegränzter einzelner Gegenstände aus der Umgebung abgeben.

Zuerst will ich nun den zu dem Lehrgang dieser Stufe unentbehrlichen einfachen Apparat beschreiben, welcher sich leicht an einer passenden Stelle an der Wand des Lehrzimmers anbringen läßt, ohne den Raum sehr zu beeinträchtigen, oder andern Zwecken hinderlich zu sein; und dann werde ich durch eine genaue Angabe der anzuwendenden Unterrichtsweise den Lehrer

gleichsam von Stunde zu Stunde begleiten, wobei ich bitten muß, das hier oft unvermeidliche Wiederholen mehrerer Sachen zu entschuldigen, um so mehr, da jeder Lehrer bald finden wird, wie man die Hauptsätze, die hierbei zu merken sind, dem Schüler gar nicht oft genug wiederholen und deutlich machen kann, da es selbst bei Lernenden von gereifterem Verstande oft schwer genug hält, ehe ihnen alles zu einer hier allein zum Zweck führenden Klarheit gebracht werden kann.

Der benöthigte Apparat würde nun in folgenden bestehen: Etwa vier bis fünf Fuß hoch über dem Fußboden wird, der Mitte der Schulbanklänge gegenüber, an der Wand ein Brettchen befestigt, welches wenigstens 4 Fuß lang, 14 Zoll breit und einen Zoll stark ist, das auf unten eingeschobenen Knaggen ruht, und am besten schwarz angestrichen wird. Auf demselben steht, hinten dicht gegen die Wand gelehnt, eine leichte, schwarze Holztafel von gleichfalls 4 Fuß Länge und etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe, welche dazu dient, die Umrisse der davorstehenden lichten Körper besser hervorzuheben. (Man kann auch an deren Stelle ein gleich großes Stück schwarzer Wachsleinwand an die Wand nageln.) Auf der vorderen Kante des erstgedachten Brettchens wird, von 4 zu 4 Zollen, durch weiße senkrechte Striche, eine Scala angedeutet, um dadurch den Schülern im Anfange das Visiren der zurückliegenden Punkte zu erleichtern, und eine passende Eintheilung des Raumes für die Figur auf der Papierfläche anzugeben. Die auf dies Brettchen aufzustellenden Körper müssen von lichtem Holze, und so leicht als möglich aus hohl verleimten Stücken gearbeitet sein. Sie müssen mindestens aus 4 Zoll ins Geviert starken rechtwinkligen Säulen bestehen, die, bei gleicher Stärke, in folgende Längenstücke zerschnitten sind:

1) in zwei halbe Würfel;
2) zwei ganze Würfel;
3) drei Säulen, jede zu zwei Würfel Höhe;
4) drei Säulen, jede zu drei Würfel Höhe;
5) zwei Säulen zu vier, und
6) eine zu fünf Würfel Höhe;

also im Ganzen in dreizehn Körper, die in einem Kästchen zusammengelegt werden können, wie dies Taf. V., Fig. 1 zu ersehen ist.

§. 3. Mittelst dieser Körper habe ich nun einen gedrängten Lehrgang von passenden Figuren zusammengestellt, welche bei stufenweisem Fortschreiten im Wesentlichsten Alles enthalten sollen, was bei irgend einer Verkürzung an gradlinigen Flächen vorkommen kann.

Wenn ich in den angegebenen Figuren gerade diese Stellungen und in dieser Folge gewählt habe, so hat dies seinen Grund darin, daß ich dabei vorzüglich darauf Rücksicht nahm, daß in jeder Figur, und zwar möglichst für jede Ansicht derselben, derjenige Fall am deutlichsten vorkommt, den der Lehrer dabei hauptsächlich zu erklären hat, so daß nun, in einer naturgemäßen Stufenfolge, bei jeder neuen Figur eine neue Beobachtung hinzukommt, bis nach und nach alle perspektivischen Hauptfälle dabei durchgenommen sind.

Jede dieser Figuren muß von den Schülern auf das Gründlichste verstanden und auf das Sauberste dargestellt werden, ehe er mit Nutzen zu der folgenden übergehen kann; wobei es aber dem Lehrer unbenommen bleibt, der größern oder geringern Fähigkeit seiner Schüler angemessen, bei einer oder der andern Aufgabe dadurch länger zu verweilen, daß er kleine, leicht zu erfindende Abänderungen der hier vorgeschriebenen Figuren aufstellt, die im Wesentlichen doch immer den in der Hauptfigur berücksichtigten Fall wieder darbieten, so daß sich dadurch der hier angegebene Stufengang der Figuren wohl dehnen, aber gewiß nicht kürzer zusammendrängen läßt, wenn nicht Lücken entstehen und Sprünge gemacht werden sollen.

§. 4. Es muß beim Zeichnen dieser Figuren ein besonderes Gewicht auf das sich Durchsichtigdenken der Körper, oder das Andeuten der verdeckt liegenden Gränzen der Flächen, gelegt werden, weil es bei den meisten Anfängern gar zu schwer hält, daß sie die zu zeichnenden Gegenstände, so wie es nöthig ist,

durchdringen, und solche ihrer räumlichen Ausdehnung nach erfassen, da sie doch hierdurch allein in den Stand gesetzt werden, sich in ähnlichen Fällen unter verändertem Augpunkte eines sichern Verfahrens bewußt zu sein. Es wird aber ein solches Durchdringen der Gegenstände auch darum schon unentbehrlich werden, weil sich dabei am besten die Belehrungen über die perspektivischen Gesetze anknüpfen und durch Anwendung verdeutlichen lassen.

Man denke sich, daß die zu zeichnenden Körper, so wie das Aufstellungsbrettchen selbst, aus einer durchsichtigen Masse bestänben, vermöge deren man auch die Gränzen der verdeckt liegenden Flächen sehen könnte, so daß man nun dieselben auch auf der Zeichnung durch punktirte Linien so anzudeuten vermöchte, wie sie sich unter den erwähnten Umständen in der Natur zeigen würden, wodurch man nun jede Figur bis auf ihren Grundriß darzu stellen vermöchte. Durch ein solches Verfahren wird nun erst für die Schüler ein ganz lebendiges Durchdringen des Dargestellten möglich werden, und ich werde in dem nun folgenden Lehrgang die Mittel angeben, durch welche man für den Schüler alle Vortheile einer solchen Vorrichtung möglichst erreichen wird.

Bei einem in erwähnter Art geleiteten Lehrgange wird nun alles, was an den aufgestellten Figuren erläutert worden ist, den Schüler so zur Klarheit des Begriffs gekommen sein, daß sie dadurch fähig werden, die perspektivischen Veränderungen der Flächen unter jedem anderen nur möglichen Gesichtspunkt richtig angeben zu können; denn wenn man auch durch öfteres Wechseln der Plätze es zu veranstalten wüßte, daß alle Schüler nach und nach Seitenansichten von rechts und links, wie auch solche Ansichten, wo der Augpunkt die Mitte der Figur trifft, zu zeichnen hätten, so läßt sich doch darin in den Aufstellungen der angegebenen Figuren nichts ändern, daß sich dieselben immer über dem Augpunkt der Schüler befinden. Um ihnen nun eine Anleitung zu geben, wie sie bei häuslichen Uebungen auch die unter dem Augpunkt befindlichen Gegenstände richtig aufzeichnen können, so mache man

es ihnen zur Aufgabe, die in der Stellung oben auf dem Brettchen gezeichneten Körper sich nun als senkrecht darunter auf dem Fußboden stehend zu denken, wobei dann, unter Benutzung der oben gefundenen perspektivischen Breiten, die winkelrecht hineingehenden Linien sich nach dem vorher auf dem Papiere angegebenen Augpunkte ziehen müssen, da dann die Linien, statt daß sie in der obern Stellung heruntergehen, sich aufwärts ziehen werden, wodurch sich die Seitengränzen der nun entstehenden obern Ansichten bilden, indem zugleich ihre verkürzte Breite im Zusammentreffen gedachter Linien mit den zurückliegenden Seitengränzen bestimmt wird, wie dies noch näher in §. 37, der zweiten Stufe angedeutet ist.

§. 5. Besonders aber wird man von vorn herein bei dieser Stufe des Unterrichts darauf zu sehen haben, daß, wie wir bereits in den Vorbemerkungen erwähnt haben, der Schüler sich eine zwischen ihm und dem zu zeichnenden Gegenstand aufgestellte Glastafel oder quadrate Netzeintheilung, deren Stelle durch sein vorliegendes Papier vertreten wird, lebhaft denke, damit er so den Platz zu bestimmen wisse, auf welchem sich ein, vielleicht weit hinter der Tafel befindlicher, Punkt des Objekts, auf derselben zeigen würde, wenn man sich von diesem Punkt eine gerade Linie oder einen Strahl nach dem Auge gezogen denkt, der die Tafel in einer zu bestimmenden Stelle durchschneidet, worüber ich in den hinten beigefügten „Anfangsgründen der Perspektive" die Paragraphen 1 und 2 nachzulesen bitte. Eine solche Tafel oder Netzeintheilung wird nun der Schüler zwischen seinem Auge und dem zu zeichnenden Gegenstand dadurch bilden können, daß er beim Visiren, mittelst seines, in der Entfernung des ausgestreckten Armes gehaltenen Fadens, in der Luft Quadrate bildet, durch welche er, indem er das eine Auge schließt und den Kopf unverrückt festhält, dasjenige bemerken kann, was von den Theilen der Figur in denselben gesehen wird, damit er sich dasselbe in den verkleinerten Quadraten seiner Zeichnung wieder aufsuchen und angeben kann.

§. 6. Um aber diese Quadrate des Netzes bequem bilden zu können, wird man für manche Fälle auf die Vorderkante des Brettchens noch eine senkrechte Scala aufstellen müssen, damit man an derselben die Bestimmung des Abstandsraumes der wagerechten Fäden von einander desto leichter anzumerken vermag, und man kann den Schülern diesen Vortheil dadurch gewähren, daß man einen etwas hohen Körper, vielleicht den fünfwürfligen, aufrecht so auf eine Ecke des Brettchens stellt, daß dessen Vorderfläche, als in der Ebene der Glastafel oder des Netzes liegend, durch in Würfelweite darauf gezeichnete Striche zu einem Höhenmesser gemacht wird, an welchem der Schüler, bei etwa in der Figur selbst mangelnden passenden senkrechten Kanten, die Höhenlage zurückliegender Punkte mit Sicherheit aufsuchen könne; doch ist bei den folgenden perspektivischen Figuren immer gezeigt worden, wie man solche Höhenbestimmungen, auch ohne dieses Hülfsmittel, an den senkrechten Kanten der Figuren selbst, auffinden kann.

§. 7. Man wird dem Schüler also die Vorstellung geben, daß er sich diese Tafel oder Netzfläche als eine auf die Vorderkante des Brettchens senkrecht aufgestellte Ebene denkt, in welche er beim Visiren seine Fäden bald senk- bald wagerecht hineinspannt, und damit auf den an beiden Scalen angedeuteten Theilen bald Ganze, bald Bruchtheile bemerkt, wo zurückliegende Punkte des Objekts in den beim Visiren durch sie gelegten Linien, der Breite und Höhe nach, liegen müssen; worauf denn beim Aufsuchen der ähnlichen Theile auf der betreffenden Scala des Papiers, im Zusammentreffen der durch punktirte Linien angedeuteten Bilder der Fäden, die Stelle des gesuchten Punktes auf der Zeichnung genau bestimmt werden kann, wie sich dies im Verfolg des Lehrganges weiter ausgeführt und angewendet finden wird. Hierbei wird dem Schüler nun sein Papier die Stelle der Tafel oder des Gitters vertreten, indem sich auf der Papierfläche die Gränzen der zurückliegenden Gegenstände so neben- und übereinander darstellen wer-

den, daß ein Anderer aus dem auf der Fläche festgehaltenen Bilde sich einen deutlichen Begriff davon machen kann, wie die Gegenstände in der Natur sich vor dem Auge des Zeichners in ihrer räumlichen Hintereinanderfolge befunden haben.

Man mache dem Schüler also klar: daß jeder perspektivisch zu bestimmende Punkt in der Figur, eines Theils durch die Angabe der Höhe bestimmt wird, in welcher sich eine durch denselben wagerecht gelegt gedachte Linie über der Grundlinie befindet, deren Abstandsraum von derselben auf dem nächsten Wege, nehmlich an einer auf der Grundlinie stehenden senkrechten (dem Höhenmesser §. 6), abgeschätzt werden muß; andern Theils durch die Angabe der Breite oder des Theils bestimmt wird, in welcher eine senkrecht durch den fraglichen Punkt gedachte Linie auf einer wagerechten (der Grundlinie), einschneidet, und daß da, wo sich diese beiden Bestimmungslinien, wenn sie auf der Zeichnung nachgesucht und durch punktirte Linien fortgeführt werden, einander treffen, nothwendig der gesuchte perspektivische Punkt auf der Fläche des Papiers liegen muß.

§. 8. Durch ein solches Verfahren wird nicht nur das Auge der Schüler sehr geübt werden, sondern es wird sich darin auch ein Mittel finden, wodurch bei ihnen vielen Mißverständnissen und Fehlern vorgebeugt werden kann, die sonst nicht ausbleiben würden, wenn der Lehrer bei zu vollen Klassen und beengtem Raum oft gar nicht daran denken darf, zu jedem Schüler hinzugehen und nachsehen zu können, ob derselbe die Verkürzung der Flächen beim Visiren, seinem Standpunkt gemäß, auch richtig abgeschätzt, und auf seiner Zeichnung gleichmäßig angegeben habe. Man läßt nehmlich die gesuchte Höhe oder Breite, in der ein zurückgelegener Punkt der Figur, je nach dem Einschnitt des senk- oder wagerecht durch denselben gehaltenen Fadens an der betreffenden Scala des Brettchens sich zeigt, von den Schülern einer Bank, der Reihe nach, nach den gefundenen Bruchtheilen aussprechen, wodurch sich eine Reihe von

Verhältnißzahlen für die gefundenen Breiten bilden wird, die, nach Maßgabe des fortrückenden Platzes der Schüler, bald ein steigendes, bald ein abnehmendes Verhältniß ergeben kann. Gleichfalls wird sich ein solches Verhältniß für die gefundenen Höhen zwischen der vordersten und der am weitesten zurückstehenden Bank bilden lassen, indem die nahesitzenden Schüler die zurückweichenden Linien stärker geneigt, die zurücksitzenden aber dieselben weniger steil sehen werden.

Der Lehrer kann hierbei beurtheilen, ob jeder einzelne Schüler beim Visiren mit der nöthigen Genauigkeit zu Werke gegangen ist, indem er die gesuchte perspektivische Veränderung der Breiten und Höhen zurückliegender Flächen, nach bestimmt ausgesprochenen Bruchtheilen, abschätzen läßt, wo sich dann bald die etwa irrige Angabe eines Schülers durch die genaueren Bemerkungen seiner Nachbarn als falsch erweisen wird, wenn man z. B. dem Schüler dabei bemerklich macht: wie er die in Rede stehende Fläche unmöglich schmaler oder breiter, als andere mehr hinauf- oder heruntersitzende Schüler, sehen könne, wodurch man eine solche Bestimmung für alle andern mit berichtigen kann; und so wird sich der Lehrer in jedem vorkommenden Fall durch passende Fragen immer leicht zu überzeugen wissen, ob die Schüler auf die Sache auch wirklich eingegangen sind, oder ob sie blos das, was der Lehrer an der Tafel vorgezeichnet hat, oder was sie bei geübteren Schülern abgesehen haben, ohne selbstthätiges Nachdenken nachzubilden suchen.

Dieses Vorzeichnen der Figur, Seitens des Lehrers an der Wandtafel, kann natürlich immer nur als die Ansicht von einem gewissen Standpunkte aus berechnet sein, und man muß die Schüler dabei zu der Einsicht führen, daß jeder von ihnen die Figur etwas verändert erblicken wird, und daß folglich von zwei ganz gleichen Zeichnungen eines und desselben Körpers, von verschiedenen Plätzen aus gesehen, nothwendig die eine fehlerhaft sein müsse. Was nun diese verschiedenen Ansichten betrifft, welche die Schüler in Folge ihrer Standpunkte oft von den entgegengesetzten Seiten der Körper bekommen werden, und wie den

hierdurch herbeigeführten Schwierigkeiten für den Unterricht am besten abzuhelfen sei, das werde ich bei dem nun folgenden Lehrgange sowohl in der Wahl der aufzustellenden Figuren als auch in den beigegebenen Erklärungen, vorzüglich berücksichtigen.

Noch muß ich bemerken, daß man durch ein von Zeit zu Zeit wiederholtes Wechseln der Plätze solche Schüler vorzüglich berücksichtigen soll, die, an den Enden der Bänke sitzend, sonst immer nur die Ansicht einer beleuchteten oder dunklen Seitenfläche der Körper haben, so wie man auch denjenigen eine Veränderung ihres Standpunktes gewähren muß, die, in der Mitte der Bänke sitzend, nur eine geringe Abwechselung in den Ansichten der Körper haben können.

§. 9. Man lasse nun zuerst mit einigen Zusammenstellungen der Körper beginnen, von welchen die Schüler blos den geometrischen Aufriß der Vorderfläche zeichnen, wobei man für die Linien dadurch einige Abwechselung erzielt, daß man die Schüler anleitet, diejenigen Gränzen der Flächen, welche nach rechts und unten liegen, durch stärkere, die nach links und oben gelegenen aber durch schwächere Linien zu bezeichnen.

§. 10. In Fig. 2 ist eine solche Zusammenstellung gegeben, in welcher sich alle unsere Körper vereinigt finden.

Hier lasse man nun den Schüler zuerst den Punkt a ungefähr zwei Zoll von dem unteren und eben so weit von dem linken Rande des Papiers entfernt setzen. Ist dieser Punkt bestimmt, so lasse man b genau senkrecht über a setzen, und zwar in einer von dem Lehrer nach Zolltheilen angegebenen Entfernung, nach Verhältniß der Größe des vorliegenden Papiers der Schüler, damit sie auch mit ihrem Raum für die Höhe und Breite der Figur gehörig auskommen. Die Linien, durch welche die Schüler diese Punkte verbinden, so wie die gesetzten Punkte selbst, müssen äußerst fein gezeichnet werden, was überhaupt für alle folgenden gilt, und es ist sehr darauf zu sehen, daß die Schüler jederzeit durch die vorher gesetzten Endpunkte, sowohl Richtung als Maß der Linie auf das

Genaueste bestimmen; und bei in der Folge vorkommenden längeren Linien halte man streng darauf, daß sich dann die Schüler durch wiederholtes Theilen der Zwischenräume mittelst zwischen ein gesetzter Hülfspunkte, den Gang der Linie erst genau andeuten, ehe sie dieselbe ausführen, damit alles falsch Zeichnen und Auswischen auf dem Papier möglichst vermieden werde. Man kann hierbei den Schülern erlauben, mittelst des auf die gesetzten Endpunkte gehaltenen Fadens zu prüfen, ob die angedeuteten Hülfspunkte auch genau die Richtung haben, und es wird das erwähnte Theilen längerer Zwischenräume nebenbei noch eine gute Uebung für das Augenmaß der Schüler abgeben, wobei der Lehrer es sich zur Pflicht macht, bei seiner Zeichnung an der großen Wandtafel ganz in derselben Weise zu verfahren.

Der Schüler trage nun die Länge der Linie ab aus dem Punkt b wagerecht nach c fort, und nachdem er sein Buch in einiger Entfernung senkrecht vor sich auf den Tisch hingestellt hat, sehe er wohl zu, ob der Punkt c auch wirklich so weit von b abliegt als a, und ob er mit b gleich hoch steht, wie er denn überhaupt auch in dieser Stellung für jede Linie am besten beurtheilen kann, ob solche ihrer Richtung nach auch genau senk- oder wagerecht ist. Ist der Punkt c nun richtig gesetzt, so lasse man die Linie bc bilden. Der Punkt d wird nun genau unter c und wagerecht gegenüber von a gesetzt, worauf dann durch die noch fehlenden beiden Seiten c, d und a, d das Quadrat ergänzt wird. Beim Setzen des Punktes c sehe man wohl zu, daß derselbe auch ganz wagerecht mit bc und in demselben Abstand liege, und lasse dann den Punkt f wie vorhin d setzen, und dadurch den halben Würfel in c, f und d, f ergänzen. Jetzt läßt man die Schüler von c um einen halben Würfel hinauf nach g steigen, und nimmt nun g f gleich a f als eine Seite des nun zu bildenden Quadrates an, und läßt in derselben Entfernung wagerecht von g den Punkt h setzen, worauf in i nach vorbeschriebener Weise die Quadratfläche ergänzt wird. Ueber h steige man nun senkrecht um einen Würfel nach k hinauf

und lasse dann l wagerecht in gleicher Entfernung setzen, worauf in m die Rechteckfläche geschlossen wird, wobei es der Schüler nach und nach mit immer längeren Linien zu thun bekommt. Von l steige man nun senkrecht mittelst dreier in Würfellänge über einander befindlicher Hülfspunkte nach n hinauf, lasse wagerecht in der Entfernung eines Würfels erst o, dann f und g setzen, worauf der Schüler dadurch, das er k' senkrecht unter g und wagerecht mit m setzt, daß größere Rechteck mngk' bildet, von dessen Ecke n man den Punkt q wagerecht nach links in der Entfernung eines Würfels setzt, und dann in gleicher Weite über q senkrecht den Punkt r angiebt, wobei man den Schüler darauf aufmerksam macht, wie nun ihkqr in eine senkrechte Linie fallen werden. Von r gehe man wagerecht in Würfellänge nach s und in demselben Abstand senkrecht nach t, wobei s t wieder senkrecht über m n trifft, setze nun b' in der Entfernung dreier Würfellängen wagerecht mit t und senkrecht über k'g', bilde b'c' und lasse dann durch gleichmäßige Setzung der Punkte d' e' den würfellangen Vorsprung nach rechts zeichnen. Von t und b' rücke man einen halben Würfel ein nach u und a', setze über letztgenannte Punkte senkrecht in der Entfernung eines Würfels v und z, rücke von diesen wieder um einen halben Würfel ein nach w und y, steige dann über w um drei Würfel hinauf bis x, gehe wagerecht nach x' und lasse in y das Rechteck schließen, wobei man den Schülern wieder bemerklich macht, daß s'owx und i'f'yx' senkrecht über einander liegen. Nun bilde man über mk' wagerecht in der Entfernung eines Würfels die Linie ph', theile sie durch s'i' in drei gleiche Theile, und verbinde os' und f'i' durch die senkrechten Linien. Von h' steige man um einen Würfel nach l' hinauf, setze wagerecht in gleicher Entfernung m', und zeige nun, wie kll'm' in der gleichen wagerechten liegen. Nun lasse man die Punkte n'o' setzen, die mit ghph' in gleicher Höhe liegen, und gehe um einen halben Würfel nach p' herunter, setze wagerecht einen Würfel davon entfernt q', und lasse nun in r' die Figur schließen, wobei man noch die übrigen Punkte durch Linien ergänzt.

§. 11. Um den Schüler in den Gebrauch des Fadens zu Visiren einzuleiten, lasse man nun den geometrischen Aufriß der Figuren 3, 4, 5 folgen, wo man bei den schräg liegenden Körpern die Lage der Ecken der Vorderflächen, schon mittelst des durch dieselben senk- oder wagerecht gehaltenen Fadens, nach deren Stellung auf dem Papier suchen lassen kann, wie in der Beschreibung der Figuren näher angegeben ist, wodurch das Aufsuchen der zurück liegenden Punkte für die folgenden perspektivischen Ansichten sehr erleichtert wird.

§. 12. Fig. 3. Hier lasse man zuerst den mittleren senkrechten Körper nach Art der vorigen Figur zeichnen, und bestimme dann die Abstandspunkte der unteren Ecken der angelegten Körper, so wie die Stellen, wo sich dieselben an den senkrechten Körper lehnen, in aa' bb'; man lasse die genannten Punkte verbinden und auf deren Enden nun Linien von einem Würfel Höhe rechtwinklig setzen. Um nun die oberen Endpunkte dieser Linien mittelst des hindurch gehaltenen Fadens bestimmen zu können, wird man eine senk- und eine wagerechte Hülfslinie suchen müssen, in deren Zusammentreffen sich der gesuchte Punkt befinden muß, und diese Hülfslinien werden sich dadurch bestimmen lassen, daß man erstlich durch den zu suchenden Punkt mit dem senkrechten Faden visirt, wie viel sich derselbe von dem bereits gezeichneten Anlehnepunkt nach rechts oder links entfernt, was sich leicht an der Scala der Vorderkante des Brettchens feststellen läßt, wenn man genau nachsieht, wo der mittelst des senkrecht gehaltenen Fadens hinunter verlängerte Punkt die Grundlinie durchschneidet, worauf man denn auf der Grundlinie seines Papiers dieselbe Stelle wieder aufsucht, und aus derselben das Bild des Fadens, bis ungefähr zu der benöthigten Höhe, senkrecht hinauf punktirt. Eine solche Bestimmung durch die senkrechte Hülfslinie wollen wir ins künftige immer, der kürzeren Bezeichnung wegen, eine Breitenbestimmung nennen, im Gegensatz zu der nun noch nöthigen Höhenbestimmung, die darin bestehen wird, daß man nun

auch den Faden wagerecht durch den gesuchten Punkt hält, und an einer zum Abschätzen des Höhenabstandes bequem gelegenen senkrechten Linie mit dem Faden einschneidet, wo man sich dann den Theil wohl merkt, in welchem der Faden diese Linie durchschneidet, was z. B. auch an obgenanntem Höhenmesser leicht geschehen kann, worauf man an derselben Linie auf seinem Papier die gleiche Stelle wieder aufsucht, um hier durch eine punktirte wagerechte Hülfslinie das Bild des Fadens wieder anzugeben, worauf sich dann in der Stelle, wo sich Höhen- und Breiten-Bestimmung auf dem Papier einander treffen, der gesuchte Punkt finden muß. Bei dieser dritten Figur z. B. suche der Schüler zuerst, in welcher Abstandsbreite von dem Punkte a nach links hin der Punkt c gelegen sei. Er halte den Faden senkrecht durch c, und merke die Stelle der Grundlinie, in welcher dann der Faden dieselbe durchschneidet in d. Der Schüler zähle sich auf der Grundlinie seines Papiers dieselben Ganzen oder Bruchtheile wieder ab, errichte auf der bemerkten Stelle eine senkrechte, leicht punktirte Linie, und sage sich nun: In dieser senkrechten Linie, oder Breitenbestimmung, muß nothwendig irgendwo mein gesuchter Punkt liegen; soll ich aber die Stelle in derselben bestimmt angeben können, in welche er fällt, so muß noch eine zweite, nehmlich eine Höhenbestimmung, mittelst des wagerecht durch den Punkt c gehaltenen Fadens, hinzu kommen, wo dann der Faden in der wagerechten Verlängerung die senkrechte Vorderfläche des mittleren Körpers, oder die Scala des Höhenmessers, in g durchschneiden wird. Dieselbe Höhe sucht sich der Schüler nun auf der betreffenden Linie seiner Zeichnung, und giebt das Bild des Fadens durch eine leicht punktirte wagerechte Linie an, die er so weit verlängert, bis sie die senkrechte, aus d herauf gezogene Breitenbestimmung in c trifft, worauf dann c mit a verbunden wird, welche einen Würfel lange Linie, nun genau rechtwinklig auf a b stehen muß.

Der Punkt e wird nun ganz eben so wie c bestimmt werden müssen, indem dessen Breitenbestimmung durch eine senkrechte Linie in f c, die Höhenbestimmung aber durch eine wage-

rechte in h c festgestellt wird, worauf dann beim Zusammentreffen dieser beiden Linien in c, sich der gesuchte Punkt findet. Die Ecken des andern rechts angelehnten Körpers werden in diesem Falle, wo beide bei gleicher Länge gleich weit vom mittleren Körper abstehen, ganz nach den erst gesuchten Maßen bestimmt werden können.

Da sich aber für die mehr seitwärts sitzenden Schüler hierin eine Veränderung zeigen könnte, so kann der Lehrer durch ein, an der Figur auf die gesuchten Punkte senk- und wagerecht angehaltenes Lineal, die Stellen auffuchen, in denen die Hülfslinien für die Höhen- und Breitenbestimmungen der gedachten Punkte liegen werden, und solche für alle gleichmäßig bestimmen lassen. Auch wäre hier noch anzumerken, daß die Schüler sich Anfangs eines an einem Fischbeinbogen gespannten Fadens oder Pferdehaars von mindestens der Länge einer Spanne zum Visiren der Punkte bedienen müssen, wozu sie aber auch im Verfolg die Kante ihres Bleistiftes benutzen können.

Ich habe darum bei Beschreibung dieses einfachen Verfahrens ausführlicher verweilen müssen, weil ich mich in der Folge bei der Beschreibung der Figuren immer nur darauf zurück beziehen werde; denn das Bestimmen aller künftig vorkommenden Punkte, sie mögen nun in der vorderen Fläche gelegen sein wie hier, oder perspektivisch verändert zurück liegen wie in den folgenden Figuren, wird sich immer hierauf zurück führen lassen, und der Schüler, dem dies Verfahren einmal geläufig geworden ist, wird sich in jedem andern Fall leicht damit auszuhelfen wissen.

§. 13. Bei Fig. 4 wäre anzumerken, daß hier der Punkt i sich leicht durch die in der Richtung p n bis zu ihrem geometrischen Maß von fünf Würfeln verlängerte Linie p i finden läßt, welchen Punkt man aber auch dadurch bestimmen kann, daß man von i mittelst des Fadens eine senkrechte Hülfslinie auf n o zieht, und nachsieht, in welchem Theil derselben an

dem Körper der Faden einschneidet, worauf man dann, aus demselben Theil der Linie in q, auf seiner Zeichnung senkrecht hinauf punktirt, bis man die Verlängerung von pn in i damit treffen würde. Der Abstand des Punktes k über i, würde sich, auch ohne Höhenmesser, an der senkrecht gesuchten Breitenbestimmung des Punktes k, an kl, dadurch finden lassen, daß man aus i wagerecht bis an dieselbe fortgeht, und von m aus, wo sich beide treffen, die Höhe mk durch Vergleichung mit der Würfellänge abschätzt, wobei man also die Entfernung einer durch i gedachten wagerechten von einer gleichlaufend durch k gehenden, auf dem nächsten Wege messen würde.

§. 14. Bei den nun folgenden Figuren 5 und 6 wird alles in vorbenannter Weise von dem Lehrer beim Vorzeichnen an der Wandtafel angegeben werden können, wobei man nur darauf zu sehen hat, daß der Schüler, durch vorheriges Berücksichtigen der am weitesten seitwärts oder nach oben gelegenen Theile der Figur, die Breite und Höhe derselben für eine gute Eintheilung des Raumes auf seinem Papier gehörig berücksichtige.

Beim Zeichnen dieser Figuren wird nun den Schülern der Gebrauch des Fadens beim Visiren zum Abschätzen der gefundenen Breiten und Höhen, schon ziemlich geläufig geworden sein, und man kann jetzt zu dem Aufsuchen der verkürzten Seiten der Körper übergehen, indem man dazu mit dem einfachen Würfel den Anfang macht.

§. 15. Fig. 7 a. Man stelle die beiden Würfel rechts und links so auf die Vorderkante des Brettchens, daß sie auf jeder Seite von den Enden der unteren Scala, oder der Grundlinie AB, wie wir sie jetzt immer nennen wollen, um einen Würfel zurück bleibt, damit für jede mögliche Ansicht der Schüler gesorgt ist. Nachdem nun die geometrischen Vorderflächen beider Körper aufgezeichnet sind, lasse man von den Schülern zuerst die verkürzte Breite derjenigen Seitenansicht bestimmen, die von den meisten zugleich gesehen werden kann, z. B. A in Fig. 7 a, indem man sie dabei anleitet, ihren Faden in dem

ganz ausgestreckten Arm senkrecht so zwischen das Auge und den Gegenstand zu halten, daß beim Visiren die zurück liegende senkrechte Grenze der Seitenfläche 3, 4 von dem Faden gedeckt wird, und derselbe folglich mit der besagten Linie ganz zusammen fällt, was aber nur dann geschehen kann, wenn man dabei ein Auge schließt, und Kopf und Bogen in unveränderter Lage hält. Dieser so gehaltene Faden bildet nun gleichsam eine Verlängerung der zurück liegenden senkrechten Gränze der Fläche in 3, 4, und durchschneidet nach unten hin die vordere Kante des Brettchens, oder die Grundlinie AB, in 4 an einer Stelle, die nun der Schüler an der gegebenen Scala als den Theil eines Würfels leicht abschätzen kann, indem er feststellt, um wie viel nun die an sich würfelbreite Seite der Fläche A schmaler erscheint, für welche verminderte Breite der Fläche wir z. B. vom Punkt 2 aus nach links hin $\frac{3}{4}$ Würfel Abstand gefunden hätten. Den gleichen Theil sucht sich nun der Schüler an der verkleinerten Maßeintheilung der Grundlinie AB auf seinem Papier, und errichtet hier in 4 eine senkrechte schwach punktirte Linie, ungefähr von der Höhe der vorderen, wodurch er nun eine richtige Breitenbestimmung für den zurück liegenden oberen Eckpunkt gefunden hat, zu dessen Feststellung in der angegebenen senkrechten aber noch die Höhenbestimmung hinzu kommen muß, nehmlich die Stelle, wo eine wagerecht durch diesen Punkt gedachte Linie sich mit der erstgenannten treffen wird, in welchem Zusammentreffen dann der gesuchte Eckpunkt liegt. Der Schüler visirt hier, mittelst des wagerecht auf die zurück liegende obere Ecke der Seitenansicht des Körpers in 3 gehaltenen Fadens, um wie viel tiefer diese Ecke gegen die korrespondirende obere Ecke der Vorderfläche 1, an der Linie 1, 2 herab liegt, und schätzt den Höhenabstand des Punktes 1 über 3 an der Linie 1, 2, nach einem bestimmten Bruchtheil der Würfellänge ab, welcher hier z. B. $\frac{1}{4}$ Würfel betragen würde, worauf er den gleichen Theil an der betreffenden Seite der Vorderfläche des Würfels auf seiner Zeichnung in 5 angiebt, und das Bild des wagerechten Fadens durch eine schwach punk-

tirte Linie auf dem Papiere nach links hin so weit fort führt, bis die erstgesuchte senkrechte Breitenbestimmung in 3 getroffen wird, da man denn die beiden Punkte 3, 1 durch die obere Seitengränze des Körpers verbindet, wodurch diese Linie die richtige schräge Neigung erhalten wird. In gleicher Weise werden nun auch von den Schülern die ihrem Standpunkte nach etwa für sie sichtbar werdenden Ansichten der nach außen gekehrten Würfelseiten bestimmt, wie z. B. hier in Fig. 7 a an der Fläche C.

§. 16. Für die mehr rechts von den aufgestellten Körpern sitzenden Schüler wird nun der Lehrer diese Erklärung an Seite B Fig. 7 b wiederholen müssen, da dann die Schüler wieder in vorgenannter Weise die gefundene verminderte Breite der Seitenansicht, nach den bemerkten Bruchtheilen eines Würfels, in welchem sie den Durchschnitt des Fadens an der Grundlinie beobachteten, bestimmt abschätzen und angeben müssen, wobei man ihre Genauigkeit im Visiren sehr berichtigen kann, wenn man sie aufmerksam macht, wie sich nun, der Reihefolge der Sitzenden nach, herauf- oder herunterwärts, der angegebene Breitenraum entweder vermehrt, oder vermindert, und daß dies Ab- oder Zunehmen der perspektivischen Breiten allmählig in einem gewissen Verhältniß statt findet, je nachdem der Platz der Schüler mehr oder weniger rechts und links von der Figur ab sein wird.

§. 17. Die der Mitte des Brettchens gegenüber sitzenden Schüler werden nun Ansichten von den beiden innern Seiten des Würfels, wie z. B. B, A in Fig. 7 c entwerfen; und alle diese Erscheinungen werden die Schüler von selbst auf die Beobachtung führen, daß es an der Wand, dem Zeichner gegenüber, für denselben einen gewissen Punkt geben müsse, von welchem aus dies Vermehren der Breitengröße beginnt, und diesen Punkt lehre man die Schüler nun näher kennen, indem man ihnen zeigt, daß derselbe in einer von dem Auge geradeausgehenden, weder rechts noch links, weder nach oben noch nach unten ab-

weichenden Linie liegt, und man kann für das Auffinden dieses Punktes an der dem Auge gegenüber liegenden Wand den Schülern dadurch einen Begriff geben, daß man sie ihren Bleistift in dem weit ausgestreckten Arm so vor das Auge halten läßt, daß die Länge des Stiftes ganz verschwindet, und nur die Dicke desselben als ein großer runder Punkt erscheint.

§. 18. Jetzt lasse man auch den Unterschied der gefundenen Höhen, durch die Angaben der Schüler, nach dem verschiedenen Abstande der Plätze sich herausstellen, indem man dabei finden wird, daß die zunächst sitzenden und persönlich kleinsten Schüler einen größern Abstandsraum zwischen 1 und 5 angeben werden, als die entfernt sitzenden und größeren, wobei die ersteren die Linie 1, 3, nach hinten stärker hinabgeneigt als die letzteren erblicken müssen, wodurch sich für die verdeckte Oberfläche des Würfels, durch Angabe des einen Eckpunktes in 3, eine mehr oder minder große Breite derselben bestimmen wird, je nachdem diese Fläche gegen den Augpunkt der Schüler mehr oder weniger hoch steht. Um dies noch mehr zu verdeutlichen, nehme der Lehrer den Würfel in die Hand, und bewege ihn langsam von seiner Stelle gerade aufwärts, wobei er die Schüler mittelst des wagerechten Fadens beobachten läßt, wie nun der Abstandsraum zwischen 1 und 5 immer größer wird, folglich die verdeckte Oberfläche immer breiter werden würde, auf welche Erscheinung man auch bei der nun sichtbar werdenden Unterfläche des Würfels aufmerksam machen kann. Nun bewege der Lehrer auch den Würfel seitwärts, und zeige, wie bei der Annäherung der Seitenfläche an einen gewissen Punkt, die Flächen immer schmäler erscheinen werden, bis sie für das Auge ganz verschwinden, und nun bei fortgesetzter Bewegung des Körpers die Fläche der andern Seite sichtbar zu werden anfängt, deren Breite bei immer weiterer Entfernung von bemerktem Punkte, wieder in demselben Grade zunimmt. Auf dieselbe Erscheinung führe man sie auch bei der Bewegung des Würfels nach unten, indem man

bei dieser Erklärung die Oberfläche der Zeichnenbücher der Schüler zu Hülfe nimmt, wo dann jeder diese Fläche in der vom Lehrer angegebenen Weise, sowohl nach rechts und links, als nach oben und unten von seinem Auge aus bewegt, und dabei beobachtet, wie auch bei der Entfernung der Fläche unter den Augpunkt dasselbe zunehmende Breitenverhältniß sich ergiebt.

Hierdurch wird man den Begriff des Augpunktes bei den Schülern feststellen, und ihnen das Gesetz einprägen können, daß jede Entfernung einer Fläche von dem Augpunkte, wenn solche in gleicher Weite vom Auge des Zeichners, aufwärts oder abwärts, nach der einen oder der andern Seite hin, statt findet, eine Vermehrung der Breite der Flächen bewirkt, so wie daß umgekehrt bei Annäherung der Flächen an besagten Punkt, eine Verminderung der perspektivischen Breitenansicht derselben erfolgt, bis diese Breite im Augpunkt selbst gänzlich verschwindet.

Um ihnen alles hier Gesagte durch die Anwendung mehr zur Deutlichkeit zu bringen, stelle man nun Fig. 8 auf, wo die Fälle der vorigen Figur noch anschaulicher werden.

§. 19. Hier in Fig. 8 a wiederholt sich die vorige Figur mit dem Zusatze eines zwei Würfel hohen Körpers, und es wird wieder die geometrische Vorderfläche des Körpers zuerst aufgezeichnet werden müssen. Dann lasse man diejenige nach innen gekehrte Seite der Fläche, welche von den meisten Schülern zugleich gesehen werden kann, wie hier z. B. A und D an dem Körper rechts, perspektivisch zeichnen, und zwar zuerst die verkürzte Fläche A aufsuchen. Der Schüler halte den Faden senkrecht durch den Punkt 3 in Fläche A, und merke den Theil, wo der Faden die Scala der Grundlinie durchschneidet, z. B. in 4 an, wo er die senkrechte 3, 4 bis zu einer Höhe errichtet, die mittelst des durch 3 gehaltenen Fadens an der Linie 1, 2 in 5 abgeschätzt wird. Nachdem die gefundenen Punkte durch Linien verbunden sind, und jeder der Schüler, seinem Stand-

punkte nach, diejenigen Theile eines Würfels richtig abgeschätzt hat, in denen die, mittelst des Fadens gebildeten, durch Punkt 3 gedachten senk- und wagerechten Hülfslinien einschneiden, gehe man zur Fläche D über, deren Breitenbestimmung man wieder mittelst des senkrecht auf 7 gehaltenen Fadens, bei dessen Einschneiden in 9, an der obern Vorderkante des Würfels in 1, 0 leicht abschätzen kann. Hier lasse man die Schüler besonders darauf achten, welches Verhältniß des Breitenraumes sich beim Visiren für diese Flächen finden wird, indem sich bei genauem Vergleichen zeigt, daß die Breite der Fläche D, im Verhältniß zur Fläche A, etwas zugenommen hat. Nun lasse man die Höhenbestimmung des Punktes 7 angeben, und die Schüler den Unterschied des Abstandsraumes beobachten, der sich in dem Tieferliegen des Punktes 7 gegen 6, im Vergleich mit dem geringeren Abstande des Punktes 3 unter 1 ergiebt, wo dann die Linie 6, 7 etwas stärker herabgeneigt erscheinen wird, als 1, 3. Man kann hierbei den Anfängern zu mehrerer Genauigkeit behülflich sein, wenn man auf den betreffenden Senkrechten, z. B. 1, 2 und 6, 0, an den Körpern durch Kreidestriche halbe und viertel Würfel angiebt, damit besonders die weiter entfernt sitzenden richtiger vergleichen können. Für solche Schüler, die am weitesten rechts von der Figur sitzen, wird sich auch wohl noch eine schmale Ansicht der auswärts gekehrten Seite des jenseitigen zwei Würfel hohen Körpers in E finden, die nun gleichfalls aufgezeichnet wird, indem man mit dem Faden visirt, wie weit der zurückliegende Punkt 11 von dem Punkte 10 nach links und unten hin entfernt liegt. Nun hole man das Obige für diejenigen Schüler nach, für welche die Seiten der links aufgestellten Körper gelegener sind, und verfahre damit ganz in vorher angegebener Weise, wobei man auch die Seite E, für Schüler, denen sie sichtbar werden kann, gleichfalls berücksichtigt, wie z. B. in Fig. 8 b.

Nun leite man die Schüler an, ihren Faden noch einmal so vor das Auge zu halten, daß derselbe die Obergränzen der zurückweichenden Seitenflächen A und B in 1, 3 und 6, 7 genau so

deckt, daß man deren Richtung nach unten herab mit dem Faden verlängern kann, wo sich dann finden wird, daß die Linien 1, 3 und 6, 7 sich allmälig einander nähern, und in einer gewissen Stelle der Wand zusammentreffen werden. Dasselbe geschieht mit den Linien 10, 11 für diejenigen, denen Seite E sichtbar wird. Dieselbe Erscheinung wird sich auch für solche Schüler nachsuchen lassen, die gerade mitten vor dem Brettchen sitzend, von beiden Seiten innere Ansichten haben, wo sich die Linien der Obergränzen von rechts und links, als 1 und 3, 6 und 7 und 1′, 3′, 6′, 7′, gleichfalls nach unten hin vereinigen werden, wie z. B. in Fig. 8 c angedeutet ist. Diesen Verschwindungspunkt der zurückgehenden Linien kann man nun den Schülern mit Kreide an der Stelle der Wand andeuten, wo jeder denselben erblicken muß, wodurch man ihnen zugleich einen lebendigen Begriff davon giebt, wie dieser Augpunkt sich jederzeit nach dem Standpunkt des Zeichners richtet, indem die Angabe dieser Punkte an der Wand sich immer in ziemlich gleichmäßiger Entfernung in sitzbreiten Räumen seitwärts bewegen wird, während die Höhe desselben, je nach dem Nahe- oder Entferntsitzen der Schüler, oder nach deren persönlichen Größe, sich bald höher, bald niedriger findet.

§. 20. Hier mache man den Schülern nun das Gesetz recht eindrücklich, daß alle rechtwinklig auf die Grundlinie stoßenden, also alle von der Tafel aus gerade hineingehenden und in einer wagerechten Ebene befindlichen Linien, sie mögen oben oder unten, rechts oder links auf die Tafelfläche stoßen, sich jederzeit in diesen Augpunkt vereinigen müssen, wodurch dieselben perspektivisch parallel werden. (Vergleiche damit in den hinten angehängten Anfangsgründen der Perspektive §. 4.) Man wiederhole dabei nochmals diejenigen Regeln, auf welche wir beim Aufzeichnen der Figuren 7 und 8 geführt worden sind, wo sich ergab, daß mittelst eines senk- und wagerecht durch einen zurückliegenden

Punkt der Figur gehaltenen Fadens eine Höhen- und Breitenbestimmung dieses Punktes gefunden werden kann, die auf dem Papier des Zeichners durch punktirte Hülfslinien wieder angedeutet wird, in deren Zusammentreffen die Stelle zu bestimmen ist, in welcher sich gedachter Punkt auf der Ebene der Glastafel zeigen müßte, und daß auch diese, beim Visiren gefundenen, bald größeren, bald geringeren Breiten der zurückweichenden Flächen, sich nach einem gewissen Punkt bestimmten, der dem Auge des Schülers gerade gegenüber an der Wand angenommen wurde, welchen Punkt wir den Augpunkt nannten, in den hinein alle rechtwinklig auf die Bildfläche stoßenden Linien verschwinden mußten.

§. 21. Jetzt kann der Lehrer zu dem Aufsuchen der verdeckt liegenden Gränzen der Körper übergehen, wozu er Fig. 7 (siehe Taf. VI., Fig. 9) nochmals aufstellt, und diese Figur von den Schülern so aufzeichnen läßt, daß seitwärts und unterhalb der Figur ein hinlänglicher Papierraum vorhanden bleibt, um hier den Augpunkt der Figur mit andeuten zu können. Die verdeckten Gränzen werden durch punktirte Linien von dem Lehrer auf der Tafel nachgesucht und erklärend mit den Schülern besprochen, indem für diese nur dadurch ein rechtes Verstehen und Eindringen in die Verhältnisse der Körper erzielt werden kann, wobei sich dann erst der große Nutzen der hier gegebenen perspektivischen Gesetze herausstellen wird. Zugleich wird dieses ein treffliches Mittel sein, den Verstand der Schüler auf eine angenehme und nützliche Weise zu beschäftigen, und ihre Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen. Wir werden also nun hier in Fig. 9 zuerst die Stelle bestimmen, wo sich in dem zu suchenden Punkt 9 der vierte Punkt zur verdeckten Oberfläche der Würfel findet, deren übrige drei sichtbare Endpunkte wir bereits in den Punkten 3, 1, 8 aufgezeichnet haben.

§. 22. Hierzu muß man aber die Schüler erst davon anschaulich zu überzeugen suchen, daß wagerechte, mit der Ebene der Tafel oder mit der Grundlinie AB gleichlau-

fende Linien, auch auf der Zeichnung jederzeit wieder als wagerecht angegeben werden müssen, sie mögen sich an einer Stelle des Bildes befinden wo sie wollen, so wie, daß senkrechte Linien auch immer als senkrecht auf der Zeichnung erscheinen müssen, in welcher Stelle des Bildes sie sich auch immer befinden mögen.

Man kann als Beleg hierzu einige Beispiele aus der Umgebung wählen, indem man die Schüler ihren Faden auf dergleichen an verschiedenen Stellen befindliche Linien halten läßt, wozu man die Gränzlinien der den Schülern entgegenstehenden Stubenwand, so wie Kanten von Tischen, Thürrahmen u. dgl. wählen kann.

Hiernach wird nun der Schüler leicht einsehen, daß auch die aus dem Punkt 3 nach rechts hin fortgedachte hintere Gränze der verdeckten Oberfläche des Würfels, gleich deren Vordergränze in 1, 7 wagerecht bleiben muß, und man lasse nun aus 3 nach 9 hin eine punktirte wagerechte Linie bilden, die man vorläufig etwa einen Würfel lang annehmen kann. Jetzt zeige man den Schülern, daß hiermit zwar eine Höhenbestimmung für den gesuchten vierten Eckpunkt der Oberfläche gegeben ist, indem der Punkt 9 nothwendig in der wagerechten Verlängerung von 3 aus liegen wird; daß indessen noch eine Breitenbestimmung für diesen Punkt durch die senkrechte Gränze der rechts abgekehrten Seitenfläche des Würfels hinzukommen muß, bei deren Zusammentreffen mit vorgenannter Linie sich der gesuchte Endpunkt findet, nach welchem hin man nun von 7 aus die obere Seitengränze 7, 9 punktirren kann.

Aus dem Parallelsein der Linie 3, 9 mit 1, 7 schlossen wir vorhin auf die Richtung der hinteren Gränze der Oberfläche; jetzt wollen wir auch aus dem Parallelsein der beiden Seitengränzen der Oberfläche auf die Richtung der einen verdeckt liegenden Seitengränzen schließen, indem wir wissen, daß beide, als rechtwinklig auf die Tafel stoßend, sich nach dem Augpunkt hinziehen müssen, wie wir dieß in §. 20 schon näher

betrachteten, wodurch nun diese Linien perspektivisch parallel werden, und wonach sich das Gesetz feststellen lassen wird, daß alle unter sich gleichlaufende, in die Tiefe des Bildes hineingehende Linien dadurch perspektivisch parallel werden müssen, daß sie sich endlich in einen Punkt vereinigen, welcher Punkt für die rechtwinklig auf die Tafel stoßenden Linien der Augpunkt sein wird, in welchen also auch hier in unserer Figur die in Rede stehenden Gränzlinien verschwinden müssen. Zieht man nun aus dem Punkt 7 in Fig. 9 eine punktirte Linie nach dem Augpunkt a' zu, so wird solche die Linie der Höhenbestimmung der zurückliegenden Gränze der Oberfläche 3, 9 in 9 treffen, wo folglich der gesuchte vierte Eckpunkt liegen muß. Von 9 aus wird man die verdeckt liegende senkrechte Kante leicht bestimmen können, da selbige ihrer Richtung nach unverändert bleibt, und man punktire daher aus 9 eine senkrechte, und zwar vorerst nur bis auf die Grundlinie herab, weil sich jetzt finden wird, daß noch die Bestimmung der Untergränze dieser Rückfläche des Würfels fehlt, indem wir von dieser nur die eine sichtbar werdende Seitengränze in der Linie 3, 4 sehen können, wo indessen 4 nicht der eigentliche Endpunkt sein wird, da sich hier genannte Linie nur scheinbar mit der Grundlinie trifft, ihr eigentlicher Endpunkt aber nicht gesehen werden kann, da die Fläche, auf welcher der Würfel steht, höher liegt, als das Auge des Zeichners. Wir haben also für diesen Punkt für jetzt noch nichts als eine Breitenbestimmung gefunden, indem wir nehmlich die Linie 3, 4 durch eine punktirte Linie um etwas herunterwärts verlängern könnnen, und um nun den eigentlichen Endpunkt derselben in 10 zu finden, werden wir aus 2 eine perspektivisch parallele Linie mit 1, 3 nach dem Augpunkt ziehen müssen, welche Linie, bei ihrem Durchschnitt mit der unter 4 verlängerten senkrechten, in 10 den gesuchten Punkt geben wird. Von 10 gehen wir wagerecht mit der Untergränze der Rückfläche nach rechts fort, bis wir die senkrechte 9, 8 in 8 treffen, worauf wir diesen Punkt mit 11 durch eine punktirte gerade Linie verbinden, welche die Untergränze der verdeckten Seitenfläche rechts bildet, die in ihrer

Verlängerung auch in den Augpunkt treffen wird. Die Punkte 2, 10, 8, 11 würden also den Grundriß des Würfels bestimmen, oder auch eine Ansicht von der unteren Fläche desselben sein, wenn das Brettchen, worauf er stehet, durchsichtig wäre, oder der Würfel, nach oben befestigt, frei in der Luft schwebte. Eine mittlere oder entgegengesetzte Ansicht der Figur, wie sie die Schüler nach ihren verschiedenen Standpunkten haben können, wird nun der Lehrer aus dem hier Gesagten wohl schon zu erläutern wissen.

§. 23. Nachdem die Schüler hierbei einen deutlichen Begriff davon erlangt haben, daß alle irgend vorkommenden senk- und wagerechten Linien auch auf der perspektivischen Zeichnung ihrer Richtung nach unverändert bleiben müssen, und daß die gerade in das Bild hineingehenden, unter sich parallelen Linien dadurch perspektivisch parallel werden, daß sie sich einem gemeinschaftlichen Verschwindungspunkt zuneigen; so lasse man nun dieselben die Aufstellung in Fig. 8 (siehe Fig. 10) wiederholen, und selbige durchsichtig zeichnen, indem man sie hierbei eine andere Art des Aufsuchens der verdeckt liegenden Punkte lehrt, die künftig in ähnlichen Fällen vorzüglich angewendet werden soll, da es nicht immer thunlich ist, den Verschwindungspunkt auf dem Papier anzusetzen, und die betreffenden Linien nach selbigem hin zu ziehen, besonders da wir in der Folge den Maßstab für die Figuren so groß, als es dem vorhandenen Papierraum nach nur immer möglich ist, annehmen werden.

In dieser Figur wird der Würfel A, seinen verdeckten Gränzen nach, zuerst gesucht, indem man nun die Schüler anleitet, an ihrer perspektivisch richtig gefertigten Zeichnung die wagerechte Rückgränze der verdeckten Oberfläche dadurch zu finden, daß man aus 3 parallel mit 1, 0, also wagerecht, eine Linie fortzieht, bis dieselbe den Punkt 9 senkrecht unter 7 trifft. Für die Art, in welcher alle dergleichen nicht sichtbare Linien von den Schülern auf der Zeichnung angedeutet werden sollen, sei hierbei nochmals angemerkt, daß solche verdeckte Gränzen immer durch fein

punktirte, ganz schwache Linien bezeichnet werden müssen, um für das Auge die Verwechselung derselben mit den sichtbaren Gränzlinien zu vermeiden, und so Verirrungen vorzubeugen. Jetzt gehe man unter 9 senkrecht herab, und lasse die Schüler den Punkt 8 dadurch bestimmen, daß man ihnen zeigt, wie senkrechte, gleichgetheilte Linien, nothwendig bei ihrem Zurücktreten auch gleich große Maßtheile erhalten werden, da alle Stücke derselben nur immer als gleich weit vom Auge des Zeichners entfernt angenommen sind, was auch für die wagerecht paralelen der Figur gilt. Solche Maßtheile werden aber, obwohl unter sich gleich, doch von den gleichen Maßen auf der Vorderfläche verschieden sein müssen, je nachdem sie sich mehr oder weniger von der Grundlinie entfernen; denn wenn wir gesehen haben, daß alle sich in das Bild hinein erstreckenden Linien dadurch perspektivisch parallel werden, daß sie sich nach hinten zu in einen Punkt vereinigen, so wird hierdurch schon bedingt, daß alle in verschiedenen Entfernungen zwischen zweien solcher Linien gezogene gerade Linien auch immer kürzer ausfallen müssen, je näher man damit an die Spitze des Winkels (den Augpunkt) kommt, zwischen dessen Schenkel man die Linie gezogen hat. So wird auch hier z. B. die senkrechte 7, 9 kürzer sein müssen, als 6, 0, weil 6, 7 und 0, 9 perspektivisch parallel sind, und als rechtwinklig auf die Grundlinie stoßend, nach dem Augpunkt hin zusammenlaufen müssen, welcher Punkt a' nun die Spitze eines Winkels ist, dessen Schenkel a'6 und a'0 sind. Jede mit 6, 0 gleichlaufende Linie, die mehr nach der Spitze hin zwischen diesen Schenkeln aufgerichtet werden muß, wird also kleiner erscheinen, als 6, 0, und zwar um so mehr, je weiter sie sich von der genannten Linie nach hinten zu entfernt befindet. Die Linie 7, 9 wird also kürzer, als 6, 0 erscheinen müssen, und zwar um so viel, als sie es vermöge ihres Zurückweichens von der Tafelfläche sein muß, und wir werden von dem Abstand 7, 9 auf den gleich großen Abstand von 9, 8 richtig schließen können, weil wir wissen, daß an sich gleich große Theile senkrechter Linien auch

bei ihrem perspektivischen Zurückliegen immer noch unter sich als gleich groß erscheinen müssen. Haben die Schüler auf diese Weise den Punkt 8 bestimmt, so lasse man sie nun den Punkt 10 angeben, indem sie die Linie 3, 4 herunterwärts fortsetzen, bis 10 wagerecht mit 8 zu stehen kommt, worauf man beide Punkte verbindet, und so auch ohne Augpunkt den perspektivischen Grundriß des Würfels richtig gefunden haben wird.

Man lasse nun den Schüler von 7 aus die Rückgränze der Oberfläche des zwei Würfel hohen Körpers andeuten, wobei man bei Bestimmung des verdeckten Eckpunktes derselben in 13 wieder auf das Gesetz führen kann, daß alle gleich weit zurückgelegenen senk- und wagerechten Linienstücke gleicher Größe, auch gleiche Verkürzung erhalten werden, indem das, was wir vorhin bei den senkrechten Gränzen des Würfels fanden, eben so für die wagerechten Linienstücke gilt; denn wenn man 0, 9 perspektivisch parallel mit 1, 3 nach dem Augpunkt a' zieht, so ist a' wieder die Spitze eines Winkels, dessen Schenkel a'1, a'0 sein werden, und jede mit 1, 0 gleichlaufende, der Spitze a' näher gelegene wagerechte, wird kürzer sein müssen, als genannte Linie, je nachdem sie sich mehr oder weniger von der Grundlinie entfernt. Da nun 1,0 gleich ist der Linie 6,0, so werden auch die Linienstücke 9,8 und 3, 9 gleich lang gemacht werden müssen, da beide gleich weit hinter der Tafel zurückliegen. Gleicherweise schließe man nun von der Linie 3, 9 oder 7, 9 auf die Länge der Linie 7, 13, und verbinde nun den so gefundenen Punkt 13 mit 14, wodurch die Gränzen der verdeckten Oberfläche gegeben sind. Von 13 gehe man senkrecht herab, und trage auf diese Linie entweder das verkürzte Würfelmaß der Rückfläche zweimal herab, bis in Punkt 15, oder man trage dasselbe Maß von 8 wagerecht herüber nach 15, worauf dann, durch die Verbindung des genannten Punktes mit 16, der Grundriß vervollständigt wird.

In gleicher Weise verfährt man mit den Körpern links (siehe Fig. 10 B), wo dann bei diesen, mit den erstgenannten gleich großen und gleich weit zurückstehenden Körpern, auch gleiche Höhen für die verdeckt liegenden Gränzen der Ober- und Unter-

flächen gelten, und wo man für den Fall, daß von der äußern Seite des zwei Würfel hohen Körpers etwas sichtbar würde, nur von 11 aus wagerecht ein verkürztes Würfelmaß fort tragen darf, wodurch Punkt 17 bestimmt wird, unter welchem senkrecht herab dasselbe Maß zweimal bis in den Punkt 20 fortgetragen wird, von wo aus die übrigen Punkte sich in vorbeschriebener Weise leicht bestimmen lassen werden.

§. 24. Wir können also aus dem Bisherigen wieder folgende Regeln feststellen: daß erstlich, jede an sich gleich breite Fläche, indem sie sich von dem Zeichner entfernt, schmäler erscheint, und daß folglich jede zurückliegende senk- oder wagerechte Linie gleicher Länge, kürzer werden muß, und zwar um so mehr, je weiter sie sich von der Tafelfläche entfernt; und daß zweitens, an sich gleich große Maßtheile auch nur gleiche Verkürzung erleiden, wenn sie sich gleich weit von der Ebene der Tafel entfernt und mit dieser gleichlaufend befinden. (Siehe in Perspektive §. 6.)

Jetzt gehe man an dieser Figur nochmals alles bisher Gesagte mit den Schülern gründlich durch, um ihre Begriffe hierüber möglichst zu vervollständigen, und ihnen die aufgefundenen Regeln durch Anwendung und Anschauung einzuprägen. In den hier in den Figuren 9 und 10 angedeuteten verdeckten Gränzen der Körper, wird der Lehrer ein Mittel finden, den Schülern die vermehrte oder verminderte Breite der Fläche, je nach ihrer Annäherung oder Entfernung vom Augpunkte nach rechts oder links, nach oben oder unten hin, recht bemerklich zu machen, und sie dann bei Betrachtung der zurück weichenden Flächen darauf zu führen, daß jede Entfernung hinter die gedachte Glastafel eine Verminderung der Breite oder Höhe der Fläche veranlaßt, die für gleich weit zurückliegende Flächen gleicher Größe, auch immer dieselbe Verkürzung der senk- und wagerechten Gränzlinien derselben herbei führen wird.

Alles dies wird durch Fragen belebt, die der Lehrer so an

die Schüler richtet, daß diese so viel als möglich alles selbst finden müssen, wobei sie auch darauf wohl achten sollen, daß sie beim Durchsichtigzeichnen der Körper die Stelle der verdeckt liegenden Punkte auf mehr als eine Art finden können, wodurch man ihre Aufmerksamkeit stets rege erhalten wird.

§. 25. Nachdem die Schüler die ihnen vorgetragenen ersten perspektivischen Gesetze wohl aufgefaßt haben, stelle man nun Fig. 11 a und b auf, damit die rechts sitzenden Schüler dasselbe in Fig. b vornehmen können, was die links sitzenden bequemer in Fig. a haben, bei welchen Figuren nun schon sichtbare Unterflächen der Körper hinzu kommen. Um nun den Maßstab für diese Figur so groß als möglich zu erhalten, lasse man die Schüler ihre Zeichnenbücher so vor sich nehmen, daß die kürzere Seite des Blattes unten liegt, worauf mittelst der etwa ein bis zwei Zoll von dem unteren Ende und einen Zoll von jeder Seite entfernt zu setzenden Endpunkte, durch zwischen hinein gesetzte Hülfspunkte eine Grundlinie gebildet wird, die einen Theil der Scala an dem Aufstellungsbrettchen vorstellt. Jetzt läßt man die Schüler die aufgestellte Figur wohl betrachten, und mittelst des senkrecht vor das Auge gehaltenen Fadens zuerst diejenigen Linien aufsuchen, die am meisten nach rechts und links in der Figur gelegen sind, um dadurch zu bestimmen, wie viel Würfeltheile wir zur Herstellung der Figur auf der Grundlinie brauchen werden. Es wird sich finden, daß wir deren vier haben müssen, indem die Vorderfläche des Kreuzes drei, und die eine Seitenansicht des Querbalkens den vierten Würfel in Anspruch nehmen wird. Man lasse nun die Grundlinie AB durch einen genau in die Mitte gesetzten Punkt in zwei Hälften theilen, deren jede man wieder halbirt, so daß vier gleiche Theile in derselben entstehen, welche Theilungspunkte durch kleine, ganz schwach angegebene senkrechte Querstrichlein bezeichnet werden. Jetzt wird der geometrische Aufriß des Kreuzes von den Schülern gezeichnet, bei dessen Stellung auf der Grundlinie aber wohl zu berücksichtigen ist, daß jeder den seiner Ansicht nach

erforderlichen Raum für die Breite der Seitenansicht des Querbalkens durch Freilassung des für dieselbe auf der Grundlinie bestimmten Würfels berücksichtige.

Zuerst wird nun die Seitenansicht der unteren, zwei Würfel hohen Säule, ganz in der früher angegebenen Weise, durch eine Höhen- und Breitenbestimmung mittelst des senk- und wagerechten Fadens in a gesucht, und aus diesem Punkte eine schwache wagerechte, von ungefähr einem Würfel Länge, nach b hin fortgetragen, durch welche zugleich die perspektivische Breite der Untersicht bestimmt ist, worauf wir die Länge dieser Linie a b durch den auf b d an der Figur gehaltenen senkrechten Faden, mittelst dessen Einschnitts in die Scala des Brettchens nachsuchen können. Die Schüler errichten nun b d, wobei die Höhe des Punktes d an den Körpern dadurch bestimmt wird, daß man mittelst des wagerecht durch d gehaltenen Fadens an der Linie c e nachsucht, wie viel derselbe unter e einschneidet, z. B. hier in z, worauf man die Seitenansicht des Querbalkens durch die Linie d e ergänzt. Die Gränze der Seitenansicht des oberen Körpers wird senkrecht über a in f g liegen müssen, und ihr oberer Endpunkt in g wird nach seinem Abstand unter i visirt werden. Jetzt wäre noch das andere Stück der sichtbaren Unterfläche des Querbalkens zu zeichnen, und zwar hier der Punkt s zu bestimmen, dessen Höhenbestimmung uns bereits durch eine Fortsetzung der wagerechten b a gegeben ist, und es wäre nun noch mittelst des senkrecht durch die betreffende Ecke des Körpers gehaltenen Fadens die Stelle zu suchen, wo derselbe die Linie t r in x durchschneidet, wonach sich der Punkt s auf der Zeichnung leicht bestimmen lassen wird, oder falls derselbe für den Schüler verdeckt läge, durch die Richtung von r aus nach dem Augpunkte hin, feststellen lassen wird.

Jetzt lasse man die Schüler die verdeckt liegenden Seiten der Körper andeuten, indem man dabei mit der Oberfläche der unteren Säule beginnt, und beim Bestimmen des Punktes v die Schüler aufmerksam macht, wie jetzt für die ganze Rückfläche der Figur dasselbe verkürzte Würfelmaß gelten wird, das wir

bereits in der Länge ba und ad gefunden haben, welche beide Linien auf der Zeichnung sich auch gleich lang finden müssen, wenn anders erstgenannte Punkte richtig visirt waren. Zugleich wird sich ergeben, daß unter gleicher Voraussetzung v auch in die Mitte von a, s fallen muß, indem die verkürzte Linie bs sich gleichmäßig, wie cr, in drei gleiche Theile zerfällen wird.

Ich hoffe, daß es nun dem Lehrer nicht schwer fallen wird, nach Anleitung der vorher gegangenen Figuren, die übrigen verdeckten Gränzen von den Schülern bestimmen zu lassen, und es wird sich bei diesem Verfahren für dieselben das so höchst nöthige Eindringen in die räumlichen Verhältnisse der Figuren, und die daraus hervor gehende größere Sicherheit und Richtigkeit beim Auffassen und Darstellen der sichtbaren perspektivischen Gränzen derselben, bald bemerklich machen.

§. 26. Nun lasse man die Schüler auch eine Bezeichnung der Flächen nach Schatten und Licht durch eine größere oder geringere Stärke der Linien in Anwendung bringen, und zwar so, daß die Eigenschaft der Fläche, ihrer Beleuchtung nach, durch die sie umgränzenden Linien ausgedruckt wird.

Das Licht wird hierbei immer als von links und oben kommend angenommen, so daß also die rechts und unten befindlichen Seiten der Körper des Lichtes beraubt, folglich im Schatten sein werden, und solche Schattenflächen können nun entweder sichtbare oder verdeckte sein, je nach der Stellung des Zeichners zu den Figuren, oder der Körper unter sich. Diejenigen sichtbaren Schattenflächen nun, die der Schüler auf seinem Papier perspektivisch richtig aufgezeichnet hat, wird er durch ein dunkles Ränd̈chen umgränzen müssen, das wir ins künftige immer durch die Benennung einer vollen Stärke bezeichnen wollen, und dessen Breite jederzeit aus dem Raum der sichtbaren Schattenfläche heraus genommen wird, wodurch also die Größe der Flächen ganz unverändert bleibt, indem wir uns dabei vorstellen, daß eigentlich die ganze Fläche dunkel werden müßte, daß wir aber hier, um schneller zum Ziele zu

gelangen, vor der Hand nur ein schmales Streifchen derselben herausnehmen, und auf diesem die Betonung der ganzen Fläche ausdrucken wollen. Um dies noch mehr zu verdeutlichen, kann man um eine Körperfläche her mit Kreide ein solches Rändchen bilden, welches dann, wenn diese Fläche in den Schatten gestellt und verkürzt von den Schülern gesehen wird, schon der Linienperspektive zufolge im Zurückweichen schmäler werden müßte.

§. 27. Bei einer aufmerksamen Betrachtung der Gegenstände finden wir aber, daß jede Schattenfläche da, wo sie unserem Auge am nächsten ist, auch am dunkelsten erscheint, und daß sie hingegen bei ihrem Zurückweichen immer etwas an der Stärke ihrer Dunkelheit verliert, und dies um so mehr, je weiter sie sich von dem Auge entfernt. Dies rührt von der dunstigen Beschaffenheit der Luftmasse her, die sich zwischen dem Auge des Zeichners und dem Gegenstande befindet, und die bei ihrer Vermehrung durch weiteres Zurücktreten der Flächen, auf deren Schattenton trübend einwirkt, d. h. denselben schwächt; welche Erscheinung sich der Wirkung eines leichten Nebels im Freien vergleichen läßt. Man suche dieses nun an den Schattenflächen der Zeichnung dadurch auszudrucken, daß man die umgränzenden Linien derselben, da, wo sie dem Auge am nächsten liegen, breiter und dunkler angiebt, als in ihrem Zurückweichen von der Tafelfläche; welche Abnahme aber freilich für kurze Zwischenräume nur im geringen Grade statt finden kann, da bei tiefer hinein gehenden Figuren, auch die am weitesten zurück gelegenen Gränzen sichtbarer Schattenflächen, doch immer noch als volle Stärken, nur im verminderten Grade, erscheinen müssen.

§. 28. Liegt eine Schattenfläche so, daß entweder der Schüler keine Ansicht von derselben, seinem Standpunkte nach, erhalten kann, wie in Fig. 11 b die nach rechts gelegenen Flächen, oder stehen zwei Körper so zusammen, daß sie nur durch eine Linie getrennt sind, wodurch die Schattenseite des einen gleichfalls eine verdeckte wird, wie in o, q. u. s. w., so ist kein Raum für die Breite

einer vollen Schattenlinie vorhanden, wenn man die Größe der Flächen nicht beeinträchtigen will, und die Bezeichnung der Dunkelheit einer solchen Gränze der verdeckten Schattenfläche, wird sich auf eine möglichst schmale aber dunkle Linie beschränken müssen, die wir künftig immer als halbe Stärke benennen wollen, und eine solche Linie wird uns also auch den besten Maßstab für die Breite der ganzen Stärke geben müssen, indem das Doppelte der erstgenannten dabei in der sichtbaren Schattenfläche seinen Platz findet. Treffen solche Gränzen zusammenstoßender Körper so, daß sie in einer zurückweichenden Fläche liegen; so nimmt die halbe Stärke in demselben Verhältniß ab, wie die Stärke der ganzen, und so würde sich auch für die zurückliegendsten Stellen einer Figur eine solche Linie zu der vollen Stärke immer noch wie halb zu ganz verhalten müssen.

Für den Fall des Zusammentreffens von zwei sichtbaren Schattenflächen, wie z. B. hier in A und B Fig. 11 a, wäre noch anzumerken, daß man dann die Breite der vollen Stärke nur einmal, und zwar aus der unten gelegenen Fläche B nimmt, wodurch ein störendes Begegnen zweier vollen Stärken vermieden wird.

§. 29. Die beleuchteten Seiten der Figuren werden nun entweder so liegen, daß sie die auf sie fallenden Lichtstrahlen auffangen können, wie die links und oben gelegenen, oder so, daß die Lichtstrahlen an denselben vorbeistreifen, wie in der Vorder- und Rückfläche dieser Figuren angenommen wird, und sie werden sich daher in Volllicht- und Streiflichtflächen eintheilen lassen, von denen die letzteren schwächer beleuchtet sein werden als die ersteren. Die Gränzen der Streiflichtflächen nach rechts und unten hin sind im Vorhergegangenen schon enthalten, aber ihre Begränzung nach links und oben hin wollen wir als eine Viertelstärke bezeichnen, deren Dunkelheitsgrad also schon durch ihre Benennung bestimmt ist.

§. 30. Gränzen volle Lichtflächen mit vollen, im Zusammentreffen einer links gelegenen Fläche mit einer oberen,

wie z. B. in Fig. 11 b, g und i, so bleibt die Bezeichnung der Linie möglichst schwach, und nur indem sie zurück weicht, kann sie von der Stelle g aus, wo sie die Viertelstärke der zurück liegenden Seitengränze trifft, mit dieser Viertelstärke beginnend, nach ihrem vorderen Punkt zu, eine kleine Abstufung bis zum hellsten Licht erhalten, wodurch zugleich die beim Zurückweichen eintretende Verminderung der Stärke des Lichts für eine solche Fläche angedeutet wird.

Man mache hier noch die Schüler darauf aufmerksam, daß sie das Linienstück a, y, e in Fig. 11 a, nicht durch volle Stärke bezeichnen dürfen, wozu sie oft geneigt sind; sondern da hier die sichtbare Schattenfläche zurückweicht, so gehört diese Gränzlinie der vorderen Streiflichtfläche an, und bekommt also Viertelstärke. Da dieser Fall oft vorkommt, so war es nöthig, desselben hier noch besonders zu gedenken.

§. 31. Bisher bedienten sich die Schüler nur des Bleistiftes zum Aufzeichnen der Figuren; die Bezeichnung nach Schatten und Licht wird aber am besten mit schwarzer Kreide gegeben, indem durch diese Bezeichnungsart der Flächen der Schüler sich nicht allein durch die dabei nöthige geschickte Behandlung der schwarzen Kreide im Herstellen sauberer Linien übt, sondern bei ihm auch hierdurch schon eine treffliche Einleitung für das künftige Ausschattiren der Flächen gemacht wird, indem dabei der Sinn für Harmonie und Abstufung der Töne sich bildet, und für die aufgezeichneten Figuren ein besseres Hervor- und Zurücktreten der Theile erzielt werden kann.

Noch wäre zu bemerken, daß wir bei dieser Art der Bezeichnung von Schatten und Licht auf die von den Körpern geworfenen Schlagschatten noch keine Rücksicht nehmen können, sondern daß wir auch bei solchen Flächen, die zwar nach links und oben liegen, aber doch durch davor stehende Körper verhindert werden, das Licht aufzufangen, die obigen Regeln werden geltend machen müssen.

§. 32. Nun lasse man an ähnlichen Figuren die Schüler sich im Unterscheiden der Flächen ihrer Beleuchtung nach üben, und sie jedesmal für die fragliche Gränze die dahin gehörige Bezeichnung durch die Linienstärke angeben, und ruhe damit durch Fragen und Wiederfragen nicht eher, als bis alle hierüber sich vollkommen klar geworden sind. Nur dann erst gehe man zu Fig. 12 über, wo sich die dabei vorkommenden Fälle leicht aus dem Vorhergehenden erklären lassen werden.

Als Fig. 13 gebe man dann die Aufstellung Fig. 2 aus Taf. I.; nur lasse man dieselbe jetzt mit den perspektivischen Ansichten zeichnen.

§. 33. In den Figuren 14 a und b, die zugleich aufgestellt werden müssen, damit die Schüler sich die günstigste Ansicht wählen können, würden bei den schräg angelegten Körpern die Schüler darauf aufmerksam zu machen sein, daß die zurückweichenden Gränzen derselben in 1, 2 — 3, 4 u. s. w. als rechtwinklig auf die Ebene der Tafel stoßend, gleichfalls nach dem Augpunkt hin verschwinden müssen, und daß die Linien 4, 2 — 3, 1 und 4, 6 — 3, 5, als in gleichlaufenden Flächen liegend, auf der Zeichnung parallel laufen werden, was auch für die in Figur 15 und 16 folgenden Aufstellungen gilt, in denen alle übrigen vorkommenden Fälle aus dem Vorhergegangenen leicht zu erklären sein werden.

§. 34. In Fig. 17 ist ein Doppelkreuz angegeben, dessen oberer Querbalken mit seiner vorderen Fläche A gleichsam aus der Tafel heraus, dem Zeichner entgegen tritt. Man lasse hier die Schüler, nachdem sie den unteren Theil der Figur gezeichnet haben, aus a um einen Würfel herauf bis nach b steigen, und nun die Abweichung der Linie cd, von der erstgenannten nach rechts hin, durch den senkrecht auf die betreffende Kante des Körpers gehaltenen Faden an der Stelle der Grundlinie aufsuchen, in welche der Faden dann einschneidet, was hier z. B. in c geschehen würde. Nachdem auf der Zeichnung aus demselben Theile der Grundlinie eine senkrechte herauf punktirt

ist, so suche man den Abstand des Punktes d über dem Punkte a mittelst des durch d wagerecht gehaltenen Fadens an der Linie a b in f zu bestimmen, was man auch für den Punkt c an der Linie b i in k thut, worauf man dann vollends die perspektivische Seitenfläche des Körpers in m herstellt, wo es sich dann finden wird, daß deren am meisten vorgelegenes Ende in c d etwas größer als der angenommene Maßtheil der Grundlinie sein wird, indem hier die Vorderfläche des Querbalkens dem Auge näher liegt, als die Vorderfläche der andern Körper. Da aber diese Fläche A parallel mit der Ebene der Tafel ist, so wird sie auch unverändert als ein Quadrat erscheinen müssen, dessen eine Seite in c d uns bereits gegeben ist.

§. 35. Die Aufstellungen in Fig. 18 a und b erstrecken sich nun rechtwinklig tiefer in das Bild hinein, als die vorigen Figuren, und werden ganz in der früher angegebenen Weise gezeichnet werden können.

§. 36. Da eine fortwährende Uebung im Zeichnen für die Schüler durchaus unentbehrlich ist, indem sonst der Zweck des Unterrichts gar nicht, oder doch nur sehr unvollständig erreicht werden würde; so müssen für die Zwischenzeit häusliche Uebungen aufgegeben werden, bei denen die Schüler Gelegenheit finden sollen, das in der Klasse Erlernte auf eine mannigfaltigere Weise in Anwendung zu bringen, und hierzu wird es höchst nützlich sein, daß sich wo möglich jeder Schüler ein Kästchen mit den von mir oben angegebenen dreizehn Körpern, die in verkleinertem Maßstab etwa zu 1½ Zoll Dicke anzufertigen sind, anschaffen möge, was mit sehr geringem Kostenaufwande bewerkstelligt werden kann, damit sie nun mittelst derselben die vorher in der Klasse über dem Augpunkt stehend gezeichneten Figuren, jetzt auch als unter demselben gelegen, richtig darstellen lernen, wobei man ihnen zeigt, wie sie sich die Sache dadurch sehr erleichtern können, daß sie sich an der längsten Kante des Schiebdeckels ihres Kästchens, in welchem die Körper aufbewahrt werden, oder auch auf dem umgekehrten Kästchen selbst, an der

längsten Bodenseite desselben, würfelgroße Theile, nach Art der Scala am großen Aufstellungsbrettchen in der Schule, ihren verkleinerten Würfeln gemäß, anzeichnen; wobei sie auch ihren fünf Würfel hohen Körper, in gleicher Weise eingetheilt, auf eine Ecke der Vorderkante als Höhenmesser aufstellen können, mittelst welcher Vorrichtung sie sich nun die in der Klasse erklärten Figuren in derselben Art aufbauen, und sie auch, als unter dem Augpunkt gesehen, leicht werden aufzeichnen können. Durch ein solches Verfahren wird sich für die häuslichen Arbeiten bald eine recht erfreuliche Sicherheit in der Auffassung kund geben, und man kann dann auch andere kleinere Gegenstände und Geräthschaften mit Benutzung einer solchen senk- und wagerechten Scala zur Erleichterung des Auffindens der zurückliegenden Punkte derselben, von den Schülern zeichnen lassen, bis sie Uebung und Sicherheit genug erlangt haben, dergleichen Gegenstände auf eine freiere Weise auffassen zu können; wie denn überhaupt für das Aufsuchen der Höhen ein aufgestellter Höhenmesser nur dann angewendet werden muß, wenn es an passenden Linien zur Abschätzung der Höhen an der Figur selbst fehlt, indem ich noch am Schlusse des folgenden Paragraphen ein Mittel angeben werde, auch auf andere Art solche Höhenbestimmung zu finden.

§. 37. Um hierzu auch in der Klasse schon den Schülern einige Anleitung zu geben, lasse der Lehrer von denselben solche Figuren, die sie bereits auf dem Brettchen stehend perspektivisch richtig aufgezeichnet haben, unter Beibehaltung der oben gefundenen Breitenbestimmungen für die verkürzten Seitenansichten der Körper, nun auch als unter den Augpunkt gestellt annehmen, wobei man in folgender Art verfahren kann: Man lasse von den Schülern die Aufstellung von Fig. 7, wie in Fig. 19 angedeutet ist, in recht schwachen Linien wiederholen, damit das daran Abzuändernde leicht zu bewerkstelligen sey, und nachdem jeder seine Ansicht perspektivisch richtig aufgezeichnet hat, lasse man sie annehmen, daß wir das Brettchen sammt den Körpern an der Wand gerade herunter lassen könnten, um so

die Flächen so viel unter den Augpunkt zu stellen, als sie sich vorher über demselben befand. Da nun hierdurch die perspektivischen Breiten der Seitenflächen keine Veränderung erleiden, so wird der Unterschied zwischen beiden Aufstellungen bloß darin bestehen, daß sich die im ersten Fall verdeckt liegenden Ansichten der Körper jetzt dem Auge darbieten werden, und solche sichtbare Oberflächen ihrer perspektivischen Breite nach bestimmen zu können, würde hier das Bemerkenswertheste der Aufgabe sein, da wir wegen der Richtung der winkelrecht auf die Tafel stoßenden oberen und unteren Seitengränzen schon belehrt sind, daß selbige sich aufwärts nach dem Augpunkt hinziehen müssen. Da wir nun angenommen haben, daß die Flächen sich jetzt eben so tief unter dem Augpunkt befinden müssen, als sie sich vorher über demselben befanden, so können wir auch annehmen, daß dann in der unteren Stellung die betreffenden Punkte so viel höher liegen würden, als sie sich in der oberen Aufstellung unter demselben gezeigt haben. Dies würde nun z. B. hier in Fig. 19 der Fall sein, wo jetzt Punkt 3 eben so viel über 1 liegen würde, als er sich oben darunter befand. Verlängert man nun diese Linien 1, 3 und 5, 8 bis zu einem Punkt hin, wo sich dieselben in a' treffen, so wird dies der Augpunkt für die Figur sein, nach welchem hin alle Parallellinien derselben sich ziehen werden.

Nun ziehe man in Fig. 19 b, von Punkt 6 aus, die jetzt sichtbare Rückgränze der Oberfläche wagerecht fort, bis an die Stelle, wo die aus Punkt 5 nach dem Augpunkt a' gezogene Linie von derselben in 8 getroffen wird, und man lasse dann aus Punkt 3 gleichfalls eine wagerechte bis auf den aus 2 nach dem Augpunkt gezogenen Strahl in 7 punktiren, so ist Linie $3,7 = 6,8 = 8,7 = 6,3$ das verkürzte Würfelmaß der Rückfläche, mittelst dessen man nach Anleitung des §. 23 jede andere Figur leicht wird ergänzen können; z. B. Fig. 20.

Ferner lasse man noch einige Figuren in dieser Art folgen, bis man sich überzeugt hat, daß die Schüler über dies alles mit sich klar geworden sind, worauf dann oben erwähnte häusliche Uebungen von denselben angefertigt werden können, bei welchen

man sie nun lehrt, an ihren kleinen Körpern, die sie beim Aufzeichnen unter dem Augpunkt stehen haben, und bei denen also eine Aufsicht sichtbar wird, die Breite dieser zurückweichenden Oberfläche dadurch zu bestimmen, daß sie mittelst des wagerecht auf die betreffenden Rückgränzen gehaltenen Fadens an einer bequem gelegenen senkrechten einschneiden, um so den Höhenabstand zu messen, in welchem sich eine solche Rückgränze über der Vordergränze der Oberfläche befindet; wie dies hier z. B. in Fig. 20 b geschehen würde, wenn man mit dem Faden die Rückgränze 3, 8 deckte, wo dann der Faden die senkrechte 6, 10 in 5 schneiden würde.

Bei dem Mangel einer passenden senkrecht heraufgehenden Linie zum Abschätzen der Höhen, kann dieses auch dadurch geschehen, daß man an der zurückliegenden Gränze einer sichtbaren Seitenfläche (wie hier z. B. in Fig. 19 b an der Linie 3, b) mittelst des auf 1, 5 gehaltenen Fadens, durch dessen Einschnitt in erstgenannter Linie in 0, das Stück 0, 6 als Bruchtheil eines Würfels abschätzt, und dasselbe nun auf der Zeichnung über 1 in x anträgt, wo dann dieser Punkt die Höhe der wagerechten Rückgränze der Oberfläche geben wird, und dies Verfahren für die Höhenbestimmung der sichtbaren Oberflächen muß man, durch einige Beispiele an der Wandtafel, den Schülern recht zu verdeutlichen suchen, weil es für die Anfertigung häuslicher Arbeiten für sie unentbehrlich sein wird.

Diese Aufgaben müssen nun zu Anfang jeder folgenden Zeichnenstunde dem Lehrer abgeliefert werden, der dann die dabei vorkommenden Fehler der einzelnen benutzt, um alle über den betreffenden Fall zu belehren.

§. 38. Unsere bisherigen Aufstellungen auf dem Brettchen waren von der Art, daß der geometrische Aufriß derselben oder die uns zugekehrte Vorderfläche der Körper unverändert blieb, und nach den geometrischen Maßtheilen von allen Schülern gleichmäßig aufgezeichnet wurde, was auch für diejenigen Schüler galt, die des ungünstigen Raumes wegen von den auf-

gestellten Körpern mehr seitwärts ab sitzen mußten, als dies eigentlich für ein unverändertes Erscheinen solcher Flächen der Fall sein durfte, und nur die nach dem Augpunkt hin zurückweichenden Seitenflächen waren, dem Standpunkt eines jeden nach, verschieden; jetzt wollen wir aber auch solche Figuren aufstellen, die über Eck gesehen werden, an denen folglich beide sichtbare Flächen in irgend einem Winkel auf die Grundlinie der Tafel stoßen.

§. 39. Die Gränzlinien solcher zurückweichenden Flächen werden nun nicht mehr in dem Augpunkt verschwinden, weil sie nicht rechtwinklig auf die Tafel stoßen; sondern es werden sich für die Verschwindungspunkte der gleichlaufenden Linien nach rechts und links hin zwei neue Punkte finden müssen, die der mannigfaltigen Winkel wegen, die solche Flächen gegen die Ebene der Tafel bilden können, auch stets dem gemäß verändert erscheinen müssen, und die wir daher zufällige Verschwindungspunkte oder Accidental-Punkte nennen wollen. So lange jedoch unsere Figuren auf dem Brettchen oder auf einer andern horizontal gelegenen Ebene stehen, werden sich diese Accidental-Punkte immer in der Horizontlinie, d. h. in einer Linie befinden, die wir wagerecht durch unsern Augpunkt gezogen denken. Diese Accidental-Punkte können nun freilich oft auf der Horizontallinie viel weiter hinaus liegen, als wir solche unserm Papierraum nach verlängern können; wir werden aber, wie wir es bei den rechtwinklig hineingehenden Flächen gethan haben, auch hier mittelst des Visirens diese Verschiebungen leicht herstellen können, wenn wir dabei nur immer das Gesetz festhalten: daß jeder zurückliegende Punkt durch eine Höhen- und Breitenbestimmung an der senk- und wagerechten Scala bestimmt werden kann.

Je mehr nun die senkrechte Vorderfläche eines Körpers sich mit ihrem abstehenden Ende der Tafelfläche nähert, oder je kleiner der Winkel ist, den sie mit derselben bildet, um desto weiter wird der perspektivische Verschwindungspunkt ihrer oberen und unteren Gränzlinien von dem Augpunkte entfernt sein; und

umgekehrt: je mehr sich die senkrechte Ebene mit einem Ende von der Tafelfläche entfernt, also je größer der Winkel wird, um welchen sie von derselben abweicht, und sich einem rechten zuneigt, um desto näher wird der Verschwindungspunkt ihrer Seitengränzen an dem Verschwindungspunkt der rechtwinkligen Linien, nehmlich an dem Augpunkte liegen.

§. 40. Hier in Fig. 21 Taf. VII. sind die Körper aus Fig. 8 über Eck gesehen aufgestellt, und nur die Linien 1, 2 in A und und 1′, 2′ in B werden in der Ebene der Tafel liegen, folglich das richtige Würfelmaß erhalten, während alle übrigen Größenverhältnisse der Figur verändert erscheinen müssen. Wir beginnen mit dem Würfel A, der in 1, 2 an die Vorderebene stößt, und suchen nun die Punkte 3 und 4, nach ihrem perspektivischen Abstande von 1, sowohl seitwärts als nach unten hin, durch den senk- und wagerecht gehaltenen Faden zu bestimmen, wobei sich nur für die, der Linie 1, 2 gerade gegenüber sitzenden Schüler, beide Punkte rechts und links gleich weit und tief gegen 1 zeigen werden, während diese Bestimmungen für alle übrigen mannigfaltig verschieden sind. Nun wird es darauf ankommen, die Höhe von 3, 5 zu bestimmen, da diese Linie, als von der Fläche zurück liegend, nicht mehr das volle Würfelmaß haben kann. Wir wollen uns hier der Vorderlinie 1′, 2′ des Körpers B als Höhenmesser bedienen, und indem wir den Faden wagerecht durch 5 halten, an derselben einschneiden, und sehen, wie hoch der Punkt 5 über dem zwischen 1 und 2 angedeuteten Theilungspunkt der Linie in x gelegen ist, wo wir dann finden werden, daß der Faden zwischen x 1 in z einschneidet. Dieser Raum x z, als Bruchtheil eines Würfels richtig abgeschätzt, wird nun in A den Höhenabstand des Punktes 5 über dem Punkte 1 auf der Zeichnung angeben. Von 5 aus werden nun die Punkte 7, 8 in bekannter Weise leicht gefunden werden können, worauf man durch das Ziehen der betreffenden Linien die Figur ergänzt. In gleicher Art würde die Körperaufstellung links in B zu zeichnen sein, wie durch die punktirten Hülfslinien

in der betreffenden Figur angedeutet ist. Nun lasse man die Schüler an A die Linien 1, 3 und 5, 7, nach links und unten in der angegebenen Richtung verlängern, so werden diese Linien in einen Punkt zusammen treffen, welcher der Verschwindungspunkt für alle mit den genannten parallelen Linien sein wird; worauf man dasselbe für die Linien 1, 4 und 5, 8 nach der andern Seite hin wiederholt. Die beiden so gefundenen Verschwindungspunkte der zurück weichenden Linien, werden nun in einer Höhe, nehmlich in der dem Auge des Schülers gegenüber gedachten wagerechten Linie, deren Höhe mit dem Auge des Zeichners gleich ist, gefunden werden, und wir nennen dieselben künftig hin: Accidental-Punkte oder zufällige Verschwindungspunkte der Linien. Hierbei ist noch anzumerken, daß nur die Gränzlinien solcher Flächen, die mit der wagerechten Grundebene gleichlaufend sind, in die Horizontlinie verschwinden, während die Gränzen anderer gegen die genannte Fläche herauf- oder herunterwärts geneigter Ebenen, auch verschiedene Höhen für die Accidental-Punkte bedingen werden.

§. 41. Die vorgenannten Punkte werden uns nun unentbehrlich sein, wenn wir die über Eck gesehenen Körper gleich den früheren durchsichtig machen sollen, und nur mit Hülfe dieser Accidental-Punkte werden wir dies nach der in Fig. 21 angedeuteten Weise mit Sicherheit bewerkstelligen können. Doch wird sich auch hierzu für manche der verdeckt liegenden Punkte durch die gleichbleibende Theilung der senkrechten Linien ein Mittel zur Bestimmung verdeckter Gränzen finden lassen, wenn etwa der Papierraum zum Ansetzen der Accidental-Punkte nicht ausreichte, indem man die gefundene Länge 3, 5 senkrecht herab nach m tragen, und nun mittelst der Punkte 2 m die Richtung der perspektivischen Linie des Grundrisses bestimmen kann.

§. 42. Auch dadurch könnte man sich einen Haltpunkt gewähren, daß man hier z. B. in B, an der zurückliegendsten Gränze des kleinen Würfels, in 12, 17, an dem Körper einen mittleren Theilungspunkt y mit Kreide andeutete, und diesen Punkt

von den Schülern seiner Höhenbestimmung nach aufsuchen ließe, worauf man für die Zeichnung in obgenannter Art schließen könnte, daß nothwendig 17 sich so tief unter y befinden müsse, als die Entfernung beträgt, die wir zwischen 12 und y angemerkt haben, wie in der betreffenden Figur zu ersehen ist. In ähnlicher Weise wird man sich oft zu helfen wissen müssen, wenn, bei geringer Abweichung der Körperfläche von der Ebene der Tafel, der Accidental-Punkt auf der Zeichnung nicht angesetzt werden kann, und doch für das richtige Verstehen der Figuren, das Andeuten des perspektivischen Grundrisses unentbehrlich wird; man kann dann für andere Parallellinien aus der Neigung zweier gefundenen Hauptlinien schon so viel entnehmen, daß man in deren ungefähren Richtung nach dem entfernten Accidental-Punkt hin, nicht gar große Fehler machen wird.

§. 43. Die Bezeichnung der Linien nach Schatten und Licht, wird nun ganz nach den früher ausgesprochenen Grundsätzen geschehen, indem die senkrechten Gränzen 7, 0 und 9, 14, der Figuren A und B, die jetzt zwar eigentlich die Gränze zweier dem Lichte zugekehrten Seiten, also voller Lichtflächen sind, doch als Viertelstärke bezeichnet werden müssen, da senkrechte Gränzen nie die Hellung der nach oben gekehrten haben können.

§. 44. In Fig. 22 wird sich dasselbe an mehreren Flächen wiederholen, nur mit dem Unterschiede, daß hier auch eine sichtbare Unterfläche hinzu kommt. Man kann dabei wieder, um den eigentlichen unteren Endpunkt der am meisten zurückliegenden senkrechten Linie für den Grundriß zu finden, die betreffende Kante des Körpers durch einen Theilungspunkt in x bezeichnen, um denselben gegen einen ähnlichen, z, an der vordersten senkrechten seiner Höhe nach zu vergleichen, und nun den gefundenen verkürzten Theil xo, unter x bis auf den Grundriß in 4 tragen, wie dies in Fig. 21 schon angedeutet ist. Noch wäre anzumerken, daß diese Figur gleichzeitig doppelt auf dem Brettchen aufzustellen

sein würde, damit möglichst alle Schüler die nöthigen Ansichten davon gewinnen können.

Man wird übrigens bei dieser Figur die Schüler darauf recht aufmerksam zu machen haben, wie sich hier, durch die Einschnittspunkte der senkrechten Linien in der Scala des Brettchens, die an sich gleich breiten Räume in 1, 2, 3, 0 so neben einander stellen werden, daß immer der vorliegendere Theil größer ist, als der folgende, daß folglich die Fläche 1, 2 die breiteste, 3, 0 die am meisten verminderte, und 2, 3 größer als 3, 0 und kleiner als 1, 2 werde sein müssen. Für die senkrechten Gränzen des obersten Körpers sind die Bestimmungen schon in den unteren Linien gegeben, da sie nur senkrechte Fortsetzungen derselben sind. Die Fläche rechts von 1, 7, als eine sichtbare Schattenfläche, wird in dieser Linie dem Auge des Zeichners am nächsten sein, folglich hier die stärkste Dunkelheit haben, wogegen die auf dem Punkt 4 senkrecht stehende Gränze der sichtbaren Schattenfläche der zurückliegendste Theil derselben sein wird, welche Linie daher diejenige ist, in welcher die volle Stärke am meisten vermindert erscheint. Alle andern Schattenlinien theilen die Dunkelheit dieser beiden, je nach ihrem größeren Vor- oder Zurückliegen von der Ebene der Tafel, und der Lehrer hat wohl darauf zu sehen, daß in diesen Figuren das stärkere Zurücktreten der Flächen auch durch verhältnißmäßig starke Abnahme der Dunkelheit der Gränzlinien von den Schülern richtig erwogen und angedeutet wird; was auch für die Gränzen der Lichtflächen gelten muß, wo hier am Köper rechts die Lichtgränze 6, 7, von der Viertelstärke der senkrechten Gränze in 6 aus, mit derselben Dunkelheit anfängt, und sich dann allmählig nach vorn in 7 zu, in die feinste Linie verliert.

Die nun folgenden Figuren wird der Lehrer aus dem Vorhergegangenen leicht erklären können, wobei er fortwährend die Schüler besonders darauf aufmerksam zu machen hat, daß sie auch alle senkrechten in den Figuren vorkommenden Linien wieder genau als senkrechte zu bezeichnen haben, indem es sich leicht

findet, daß die Schüler zugleich mit der stärkeren Neigung der Obergränzen auch aus der Richtung der senkrechten weichen.

§. 45. Nun lasse der Lehrer auch, wie schon beim Zeichnen der gerad zugekehrten Figuren geschehen ist, dergleichen über Eck gesehene Körper von den Schülern um eben so viel unter der Horizontlinie stehend gedacht zeichnen, als diese sich vorher über derselben befanden, wobei dann wieder die oben gefundenen perspektivischen Breitenbestimmungen gelten müssen, wie dies in §. 37 schon näher angegeben worden ist.

§. 46. Auch für die häuslichen Uebungen kann man nun als Aufgabe wählen, daß die Schüler, die früher gerade zugekehrt gezeichneten Gegenstände nun über Eck gesehen zeichnen, und solche Aufgaben kann man nun durch das Auffassen einzelner Gebäude, halb geöffneter Thüren und Schubladen u. s. w. noch vermehren.

Das Zeichnen der krummlinigen Körper.

§. 47. Nachdem nun in der vorhergegangenen Stufenfolge gradliniger Körper von den Schülern alle Aufgaben richtig und mit ganzer Aufmerksamkeit gezeichnet worden sind, wird es denselben nicht mehr schwer werden, auch die perspektivischen Veränderungen der gebogenen Linie richtig aufzufassen, und sie mit sicherer Hand darstellen zu können.

Es werden aber zu diesen Uebungen neue Körper erforderlich sein, bei denen als Grundform für alle krummlinigen Figuren der Kreis angenommen ist, der einmal als Höhlung und einmal als Scheibe darin vorkommt. Um aber mehr Abwechselung in die damit zu stellenden Figuren zu bringen, ist noch ein halber Hohlkreis und eine halbe Scheibe hinzugefügt worden, welche Körper wieder in zwei Hälften zerfallen, wie in Fig. 27 angegeben ist.

Die beiden Hälften, aus welchen der Hohlkreis zusammengesetzt ist, sind, einzeln betrachtet, einem Brückenjoche ähnlich,

und wir wollen sie künftighin, der Kürze wegen, immer nur Halbbogen nennen. Die Scheibe würde nun durch ihre Größe den Halbkreis füllen, und auch mit den Halbbogen von gleicher Dicke sein müssen, was folglich auch von den beiden Vierteln derselben gilt. Diese Dicke würde nun, wie bei den vorhandenen Körpern der ersten Abtheilung, 4 Zoll betragen müssen, und die Körper werden gleichfalls aus hohl verleimten Stücken von lichtem Holze zu verfertigen sein.

Wir werden sehen, wie sich in der Folge aus diesen sieben Körpern Alles zusammenstellen lassen wird, was für die Verschiebung der gekrümmten Fläche nur irgend Wichtiges vorkommen kann. Ehe wir aber zu dem Aufstellen der Figuren übergehen, muß ich hier noch Einiges im Allgemeinen über die perspektivische Verschiebung des Kreises und die dabei zu setzenden Hülfspunkte, für den Lehrer vorausschicken.

§. 48. Die Kreislinie muß jederzeit in einem Quadrate eingeschlossen gedacht werden, wenn sie bei ihrer Verschiebung perspektivisch richtig gezeichnet werden soll. Ein solches Quadrat, wie z. B. Fig. 28 a, wird durch Halbirung der Seiten desselben, mittelst Verbindung der zwischen den gegenüber liegenden Theilungspunkten hergestellten Hülfslinien, in vier kleinere Quadrate getheilt, durch welche der Mittelpunkt des Kreises in a zu bestimmen ist, und vier Punkte in b, c, d, e festgestellt werden, durch die der Kreis hindurchgehen muß. Um aber eine solche Kreislinie aus freier Hand richtig zeichnen zu können, müssen wir noch einige Hülfspunkte mehr bestimmen, die je in der Mitte zwischen zweien der erstgenannten liegen sollen. Man ziehe hierzu in dem Quadrate Fig. 28 a die Diagonale desselben, und schlage aus dem Mittelpunkt a den Kreis b, c, d, e. Diese Kreislinie wird nun die Diagonalen des Quadrats in f, g, h, i durchschneiden, welche Punkte man durch gerade Linien, parallel mit den Seiten des Quadrats, und bis an diese in k, l, m, n, o, p, q, r stoßend, verlängert. Durch eine gleiche Eintheilung werden wir nun in einem perspektivisch veränderten

Quadrate die Hülfspunkte des Kreises wiederfinden können, wenn wir eine, wie diese bezeichnete, Quadratfläche unterhalb des Augpunkts gelegt, wie Fig. 28 b, nach Anweisung des Verfahrens bei gradlinigen Flächen, perspektivisch richtig aufzeichnen, und durch die so gefundenen Hülfspunkte b, c, d, e und f, g, h, i den perspektivischen Kreis frei hineinziehen, wie in genannter Figur zu sehen ist.

Es ist leicht einzusehen, daß wir das Auffinden der mittleren vier Hülfspunkte f, g, h, i sehr erleichtern könnten, wenn wir die Größen der vier in den Ecken des großen Quadrats befindlichen kleineren Quadrate auf ein bestimmtes Verhältniß zu der Größe des ersteren festzustellen vermöchten, indem wir so, durch die nach innen gekehrten Ecken der kleinen Quadrate, die vier Hülfspunkte f, g, h, i bestimmen könnten, nachdem uns die Theilung der Seiten des großen Quadrats schon die ersten vier Hülfspunkte b, c, d, e gegeben hat. Ein solches Verhältniß läßt sich aber bekanntlich nicht ganz genau herstellen; es wird jedoch für unsern Zweck schon ausreichend sein, wenn wir die Seitenlänge dieser kleinen Quadrate auf ein starkes Viertel der halben Seitenlänge des großen Quadrats, oder noch genauer auf ein $\frac{7}{24}$ derselben bestimmen, was uns in der Folge beim Zeichnen der Scheibe für das Bestimmen der Hülfspunkte wieder zu statten kommen wird.

§. 49. Da wir aber bei dem Aufzeichnen unserer Figuren vorerst nur ein möglichst einfaches mechanisches Verfahren anwenden dürfen, um solche Hülfspunkte anzudeuten, so wird sich für den aus den beiden Halbbogen zusammengesetzten Hohlkreis behufs der Bestimmung der Hülfspunkte desselben, noch ein sehr einfaches und für die vorkommenden Fälle leicht anwendbares Hülfsmittel angeben lassen, wenn wir uns dazu folgender Eintheilung bedienen: Hier in Fig. 29 a ist der geometrische Aufriß eines durch zwei Halbbogen innerhalb eines Quadrates gebildeten Hohlkreises aufgezeichnet, der sich von den Seiten dieses Quadrates, da wo er sich demselben am meisten nähert,

um einen Würfel, oder um ein Sechstheil der Seitenlänge, entfernt hält. Die ersten vier Hülfspunkte dieses Kreises, nehmlich diejenigen, die der Mitte der Seiten des Quadrates am nächsten liegen, werden dadurch bestimmt, daß man jede Hälfte der mittleren senk- und wagerechten Theilungslinien des Quadrates je in drei gleiche Theile theilt, wovon nun immer die zwei dem Mittelpunkt zunächst gelegenen, Halbmesser des Kreises sind. Haben wir so die Punkte 1 gefunden, so wollen wir die andern vier Hülfspunkte dadurch bestimmen, daß wir in den vier kleineren Quadraten, in welche wir das große Quadrat getheilt haben, die Durchschnittspunkte der Diagonalen derselben in den Punkten 2 angeben. Tragen wir nun auf die Diagonalen des großen Quadrats vom Mittelpunkte aus den Halbmesser des Kreises nach den Punkten 2′ fort; so wird der Abstandsraum zwischen den Punkten 2 und 2′, sich ungefähr auf einen Achtel-Würfel bestimmen lassen, welche Differenz bei starken Verschiebungen der Kreise oft nur wenig bemerkbar wird, und in solchem Fall wird uns der, in der verschobenen Quadrateintheilung für den Kreis zu suchende, Durchschnittspunkt der kleinen Quadrate, die perspektivische Lage der andern vier Hülfspunkte des Kreises in 2′ leicht finden lassen, indem damit eine einfache Anleitung gegeben wird, wie sich bei den oft rautenähnlich verschobenen Quadraten auch immer der Kreis nach den spitzen Winkeln hin am meisten hineindrängt, während er sich den stumpfen Winkeln gegenüber mehr flach und eingedrückt zeigt; siehe Fig. 29 b. Was also die noch bleibende Differenz zwischen 2, 2′ anbelangt, so werden wir beim Zeichnen der folgenden Figuren finden, daß hier das verkürzte Achtel 2, 2′ oft nur wenig in Anschlag kommt, und daß die Punkte 2 doch jedenfalls für die Schüler einen Anhalt abgeben werden, wenn man sie anleitet, die in der perspektivischen Quadrateintheilung in den kleinen Quadraten so leicht zu bestimmenden Durchschnittspunkte der Diagonalen in 2, mit den erstgesuchten auf dem Theilungskreuz in 1, vorerst durch eine schwach punktirte Linie zu verbinden, um dann, beim Ziehen der verschobenen Kreislinie selbst,

Auge und Gefühl für dasjenige zu Rathe zu ziehen, was man von den mittleren vier Hülfspunkten in 2 etwa zurück bleiben könnte, damit sich der verschobene Kreis zu einer schön geschwungenen Ellipse gestalten möge, wie bei Fig. 29 b näher angedeutet ist. Besonders wird der Lehrer einer sehr vollen Klasse, durch diese einfache Berichtigung der anderen vier Hülfspunkte des verschobenen Kreises mittelst der Durchschnittspunkte der Diagonalen der kleinen Quadrate in 2, ein Mittel gefunden haben, vielen Fehlern der Schüler beim Zeichnen des durch die Halbbogen gebildeten Hohlkreises in unseren Figuren vorzubeugen, die sonst nicht ausbleiben würden, wenn der Lehrer verhindert ist jedem einzelnen nachzusehen, da der größere Theil der Schüler gewöhnlich aus den minder Befähigten besteht, deren Sinn für ein freies Auffassen und Darstellen der perspektivischen Kreisverschiebungen sich oft sehr stumpf und schwerfällig zeigt. Eine sichere Art, solche Hülfspunkte zu bestimmen, bleibt jedoch immer die, daß man an den Körpern selbst durch angedeutete Punkte die viertel Kreisbogen theilt, und nun die Stellung solcher zurückliegenden Punkte, ganz in früher genannter Weise, mittelst des senk- und wagerecht hindurch gehaltenen Fadens, durch das Zusammentreffen einer Höhen- und Breitenbestimmung auf der Tafelfläche feststellt.

§. 50. Wir beginnen das Aufzeichnen dieser Körper mit der Aufstellung der Halbbogen in unverkürzter Ansicht, um hierbei Auge und Hand für das Bilden der Kreise vorzuüben. In Fig. 30 wird nun zuerst der rechteckige Körper, in welchem der halbe Hohlkreis enthalten ist, seiner Vorder- und Seitenansicht nach aufgezeichnet, und die uns gerade zugekehrte Vorderfläche desselben, durch eine senkrechte Hülfslinie, in zwei Quadrate, jedes von drei Würfeln Länge, getheilt. Jetzt setze man die Hülfspunkte 1, 2, 3 auf den betreffenden Linien, um einen Würfel von der geraden Seite entfernt, und suche dann die beiden mittleren Hülfspunkte in 4, 5 dadurch zu bestimmen, daß man in den Durchschnittspunkten der Diagonalen der kleinen

Quadrate, auf der aus dem Mittelpunkt des Halbkreises in 6 nach den oberen Eckpunkten in 7 gezogenen Diagonalen 6, 7, ein schwaches Achtel einer Würfellänge zugiebt, wodurch man die inneren Hülfspunkte 4, 5 in 4′, 5′ genauer bestimmt, und so die Radien 6 1, 6 4′ u. s. w. gleich macht. Nachdem der Halbkreis durch diese fünf Hülfspunkte sauber gezogen worden ist, lasse man die Schüler die für ihre Ansicht sichtbar werdende Breite der gebogenen Fläche bestimmen, und zwar so, daß zuerst die Stelle an der Scala der Grundlinie aufgesucht wird, wo die Rückgränze in 8 scheinbar die Grundlinie trifft, worauf dann in dem vorderen Halbbogen ein zweiter Punkt in 9 angemerkt werden muß, wo sich der vorliegende Halbkreis mit dem zurück liegenden zu schneiden scheint. Jetzt wird die Schwingung 8, 9 ähnlich den viertel Kreisbogen 1, 2 gezogen, womit dann dasjenige aufgezeichnet wäre, was von dem halben Hohlkreis in dieser Ansicht sichtbar wird. Um aber mehr Genauigkeit in die Bestimmung des sichtbaren Theiles des zurück liegenden Halbkreises zu bringen, wollen wir uns wieder durch punktirte Linien die Gränzen der zurück liegenden Fläche des Körpers andeuten, und in das so, nach §. 22 dieser Stufe, gefundene verkleinerte Rechteck der Hinterfläche, den Halbkreis ganz auf dieselbe Art hinein zeichnen, wie dies in der vorderen Fläche geschehen ist.

Dies Verfahren werden wir nun auch bei den künftigen Figuren immer anzuwenden haben, da hierdurch nicht allein eine richtige Bezeichnung des sichtbaren Theiles der zurück liegenden Gränze der gebogenen Fläche möglich wird, sondern überhaupt nur so ein rechtes Eindringen in die Verhältnisse der Figur bei den Schülern erzielt werden kann, wodurch sie sich dann bei anderen Fällen dieser Art fortzuhelfen wissen werden. Uebrigens braucht es wohl nicht erst erwähnt zu werden, daß auch hier wieder, wie in den geradlinigen Figuren, die Flächen ihrer Beleuchtung nach durch die umgränzenden Linien zu bezeichnen sind, wobei die Stelle wohl zu beachten ist, wo die gebogene Linie aufhört, die Gränze einer sichtbaren Schattenfläche zu

sein, wie dies hier z. B. in 2 geschieht, wo mit der verdeckt werdenden Schattenfläche die halbe Stärke eintritt, die dann weiter in 5 zur Viertelstärke übergeht. Für Figur 31 wird keine weitere Erklärung nöthig sein, da sich in der umgekehrten Stellung des Halbbogens nur immer das Obige wiederholt. Noch wäre anzumerken, daß jede dieser Figuren zu besserer Auswahl der Ansichten doppelt, nehmlich auf jedem Ende des Brettchens eine, aufgestellt werden kann. Fig. 32 würde nun ganz in ähnlicher Art zu zeichnen sein, und es ist hinlänglich, wenn der Schüler von diesen Aufstellungen nur immer den einen, ihm die meiste Seitenansicht bietenden, Halbbogen aufzeichnet, wobei nur noch zu bemerken ist, daß an dem rechts stehenden Körper der oberste Theil der gebogenen Fläche in 1, 2 ganze Stärke ist.

§. 51. In Fig. 33 Taf. VIII. ist nun der Kreis aus den beiden Halbbogen zusammen gestellt, und hier wird man das erst zu errichtende große Quadrat, auf die im §. 49 erwähnte Weise, durch eine senk- und wagerechte Hülfslinie in vier kleinere Quadrate eintheilen, über deren Diagonal-Durchschnitte hinaus die inneren vier Hülfspunkte durch ein hinzugesetztes schwaches Achtel der Würfellänge bestimmt werden. Nachdem der Kreis gebildet ist, lasse man auch das sichtbare Stück der inneren gebogenen Fläche bestimmen, indem man von dem Punkte 1 aus die Lage des Punktes 2, seiner Abweichung von demselben der Höhe und Breite nach, mittelst des Fadens feststellt, und hierauf noch die Stellen anmerkt, wo sich die Spitzen dieser halbmondförmigen Fläche in den Punkten 5 und 6 zeigen werden, wo der vorliegende Kreis sich mit dem zurückliegenden scheinbar schneidet, worauf dann das Stück der sichtbaren inneren Kreisgränze, ähnlich der Schwingung des vorderen Kreises, gezogen wird. Nun lasse man auch in oben bemerkter Art das etwas verkleinerte Quadrat der Rückfläche aufsuchen, und die Schüler in dasselbe den Kreis durch eine punktirte Linie hinein zeichnen.

§. 52. Beim Schattiren der Linien dieser Figur halte man die Schüler zu genauer Beobachtung der Abwechselungen in der Stärkenbezeichnung der Kreislinien an, damit sie auch nun die Breite der ganzen Stärke aus der sichtbaren gebogenen Schattenfläche nehmen lernen, und diese Linie da, wo die Fläche anfängt für uns eine verdeckte zu werden, sanft in die halbe Stärke übergehen lassen, worauf sich diese wieder allmälig in die Viertelstärke verliert, wenn die gebogene Fläche so gewendet steht, daß die von links und oben kommenden Lichtstrahlen dieselbe wieder erleuchten können, und man kann für diesen Wechsel der beleuchteten und unbeleuchteten Hälfte des Hohlkreises, vorläufig die Schüler den Durchschnitt der von links unten nach rechts oben gehenden Diagonale des Quadrats in 3, 4 annehmen lassen.

§. 53. Bei Fig. 34 bilde man den Aufriß derselben zuerst aus lauter Rechteckflächen, in denen die Kreisbogen eingeschlossen sind. Auf diese Weise werden sich unten zuerst zwei Quadrate, jedes zu drei Würfellängen, rechts und links so stellen, daß in der Mitte ein leerer Raum von vier Würfeln bleibt. Auf diese Kreise wird nun das Rechteck der Vorderfläche des Halbbogens gestellt, auf dessen Mitte oben zwei Quadrate, jedes von zwei Würfellängen, gezeichnet werden. Aus diesen Rechteckflächen müssen nun, mittelst der früher angegebenen Hülfslinien, die Kreistheile ausgeschnitten werden, wobei man beim Halbbogen ganz nach Anweisung von Fig. 30 verfährt. Für die in den beiden unteren Quadraten zu bildenden Kreisbogen wird der mittlere Hülfspunkt in eben der Art gesucht, indem man über dem Durchschnitt der Diagonalen 4 ein schwaches Achtel in 4′ zugiebt, und in den oberen beiden Quadraten deute man sich die kleinen, aus einem starken Viertel des Radius gebildeten Hülfs-Quadrate an, deren nach innen gekehrte Ecken die mittleren Hülfspunkte des Halbkreises in 1 angeben werden, worüber §. 48. schon das Nähere gesagt ist. Was die sichtbar werdende Seitenansicht dieser oben stehenden

halben Scheibe betrifft, so suche man die Stelle, wo der zurückliegende Halbkreis die obere Kante des Rechtecks in 2 trifft, und dann merke man in 1 die Spitze an, in der sich scheinbar die beiden Kreisbogen schneiden; hier wäre nur noch zu berücksichtigen, daß vom Punkte 1 aus, nach einem gegenüber gelegenen Punkte des Rückbogens in 5, ein Stück gerader Linie sichtbar werden kann, welches diese beiden für unsere Ansicht eben noch sichtbaren Stellen der gekrümmten Fläche verbindet.

§. 54. Bei Fig. 35 lasse man die oben stehende Scheibe zuerst in ein Quadrat einschließen, dessen senk- und wagerechte Theilungslinien Durchmesser des Kreises sind. (Siehe §. 48.) Die Durchschnittspunkte der Diagonalen dieser vier kleineren Quadrate werden aber hier nicht, wie dies bei dem aus den beiden Halbbogen zusammen gesetzten Hohlkreise geschah, durch ein hinzu gesetztes Achtel zu Hülfspunkten des Kreises werden, sondern es werden sich hierbei, wie bei dem Halbkreise der vorigen Figur bereits geschah, diese Hülfspunkte am einfachsten dadurch herstellen lassen, daß man in den Ecken des großen Quadrats durch Hülfslinien die vier kleinen Hülfs-Quadrate bildet, deren Seiten ein starkes Viertel des halben Durchmessers des Kreises betragen, wo man dann, an den nach innen gekehrten Ecken derselben, die vier mittleren Hülfspunkte für den zu bildenden Kreis finden wird. Diese Art der Bestimmung zur Angabe der perspektivischen Verschiebung des Umkreises der Scheibe, wird sich in der Folge bei Aufzeichnung derselben, und der daraus gebildeten Theile, als ein Punkt des Anhalts oft als recht brauchbar bewähren.

Die sichtbar werdende perspektivische Ansicht der Scheibe wird nun dadurch angegeben, daß man den Punkt bestimmt, wo sich unten der zurückliegende Kreis an der vorliegenden Gränze der Viertelscheibe in 5 endigt, so wie man auch oben in 6 die Spitze der halbmondförmigen Ansicht angiebt, in welcher sich beide Kreise zu schneiden scheinen; doch ist hierbei wieder nicht zu vergessen, daß man den Schülern bemerklich

mache, daß in der oberen Gränze dieser Ansicht ein Stückchen gerader Linie zu berücksichtigen ist, welches die Verbindung der beiden Kreise in 6, 8 bildet, wie wir dies schon in der vorigen Figur gefunden haben.

Für das Schattiren der Figuren wäre noch anzumerken, daß wenn, wie z. B. hier, die sichtbar werdende Dicke der Scheibe im Schatten ist, die Linienstärke zur Bezeichnung derselben nur so weit in voller Breite fortgeführt werden muß, als nach oben hin die Breite eines auf die gekrümmte Fläche mit Kreide gezogenen Rändchens sichtbar sein würde, worauf die Schattenlinie sich sanft in die halbe und dann bald in die Viertelstärke verlieren wird.

Es wäre nun noch anzumerken, daß die rechts und links der Scheibe aufgestellten Viertel derselben auch zu Quadraten ergänzt werden können, in deren nach innen und oben gekehrten Ecken 7 man die erwähnten Hülfs-Quadrate zur Feststellung des mittleren Hülfspunktes andeuten kann. Fig. 36 wird nun nach dem bisher Gesagten keiner weiteren Erklärung bedürfen.

§. 55. Beim Aufzeichnen der jetzt folgenden, über Eck gesehenen Figuren, wird sich nun erst recht bemerklich machen, welchen Nutzen die angegebene Art zur Feststellung der mittleren Hülfspunkte des Kreises für eine volle Klasse gewährt, und wir werden nun in Fig. 37 einen auf obgenannte Weise eingetheilten Körper perspektivisch aufzeichnen, um dann, mittelst der in demselben gefundenen fünf Hülfspunkte, den verschobenen Halbkreis hinein zeichnen zu können.

Nachdem die geradlinigen Flächen in dieser Figur perspektivisch richtig aufgezeichnet sind, bilde man aus der Vorderfläche des oberen Körpers, durch eine mittelst des Fadens bestimmte senkrechte Hülfslinie, in 1, 2 zwei Quadrate, und theile die besagte Linie in drei gleiche Theile, von denen der oberste in 3, die Entfernung des Halbkreises vom Rechteck, ein verkürzter Würfel sein wird. Jetzt suche man durch den senkrechten Faden in 4 und 5 auch den verkürzten Würfeltheil zu

finden, um den der Halbkreis auf jeder Seite der unteren Linie der großen Rechteckfläche vom Ende derselben zurück bleibt, wodurch man dann drei Punkte für den Halbkreis in 4, 3, 5 gefunden hat. Jetzt gebe man auch die Durchschnittspunkte der Diagonalen der kleinen Quadrate in 6, 7 an, die uns nun ohne weitere Mühe den Mittelpunkt der kleinen Quadrate perspektivisch richtig zeigen werden. Man verbinde nun die genannten Hülfspunkte 4, 6, 3, 7, 5 durch eine punktirte Linie zu dem verkürzten Halbkreis, indem man dann bei dem Ziehen der Linie das, was etwa durch die Punkte 6 und 7 nicht genau genug bestimmt wäre, nach Auge und Gefühl in einer schön geschwungenen Linie zu berichtigen sucht. Von dem sichtbar werdenden Theile des Halbkreises der Rückfläche merkt man die beiden Punkte an, wo sich derselbe scheinbar in anderen Linien endet, wie z. B. hier in 8 und 9, und bildet dann das Stückchen Kreisbogen, ähnlich dem vorderen. Bei dem Durchsichtigmachen der Figur wird man dann die Richtigkeit der Biegung des angegebenen Stückchens leicht prüfen können, wenn man nun den verkleinerten Halbkreis der Rückfläche durch eine punktirte Linie ergänzt.

Beim Schattiren dieser Figur sehe man wohl zu, daß der Schüler auch die Stärkenbreite der den vorderen Halbkreis umschließenden Linie aus der sichtbaren Schattenfläche des großen Rechtecks nehme, wie dies in der betreffenden Figur zu ersehen ist. Das Stückchen sichtbare Gränze des zurück liegenden Halbbogens wird, wo hier das Licht schon ziemlich einwirken kann, durch eine Viertelstärke bezeichnet werden müssen.

§. 56. In ähnlicher Weise wird nun auch Fig. 38 gezeichnet, wo nur noch zu bemerken ist, daß hier zur Bezeichnung der sichtbaren Schattenfläche des zurück liegenden Theiles der gebogenen Fläche 1, 2, 3 die Breite der verminderten vollen Stärke für die Linie nun aus der gebogenen Fläche genommen werden muß, wobei jedoch schon von dem Diagonal-Durch-

schnitt 3 an, die Lichtstrahlen wieder einwirken können, daher wir hier allmälig zur Viertelstärke übergehen.

§. 57. In Fig 39 haben wir die Halbbogen aufrecht hingestellt, und nachdem zuerst das Geradlinige an den Körpern beseitigt ist, werden sich die halben Hohlkreise in vorbeschriebener Art leicht bestimmen lassen, wobei noch anzumerken ist, daß hier die Breite der umgränzenden Schattenlinien am Halbbogen links, aus der geraden Rechteckfläche, bei dem Halbbogen rechts hingegen aus der gebogenen Fläche selbst genommen wird.

§. 58. Die Zusammenstellung des vollen Kreises aus den beiden Halbbogen in Fig. 40 bedarf nun wohl keiner weiteren Erklärung, da sich hier nur das, was wir an den einzelnen Halbbogen beobachteten, und was wir im §. 49 angedeutet haben, zusammenhängend wiederholt.

Für die Bildung des Hohlkreises innerhalb des sechs Würfel großen Quadrates (siehe §. 51) wäre noch anzumerken, daß für die dabei vorkommenden senk- und wagerechten Theilungslinien eines solchen perspektivischen Quadrats in vier dergleichen kleinere, zur Berichtigung des mittleren Durchschnitts der genannten Linien auch die Diagonalen benutzt werden können, indem der Durchschnitt derselben, in einem solchen perspektivischen Quadrate mit dem Durchschnitt der erstgenannten senk- und wagerechten Theilungslinien genau übereinstimmen muß, wenn bei dem Aufzeichnen nicht Fehler bei dem Visiren der zurückliegenden Punkte vorgekommen sind.

§. 59. In Fig. 41 wird nun in die zurückliegende Quadratfläche der perspektivische Kreis ganz in ähnlicher Weise hinein gezeichnet, wobei man, zu einem leichteren Aufsuchen der verschiedenen Höhen der wagerechten Linien, sich einen senkrechten Körper als Höhenmesser auf die vordere Kante des Brettchens stellen kann, wie in der betreffenden Figur zu ersehen ist. Die untere Gränze der Rückfläche 1, 2, wird sich dadurch finden lassen, daß man die angegebenen Linien 3, 4

und 5, 6 verlängert, bis sie sich in dem Punkte 1 treffen, von welchem aus man dann die wagerechte Linie 1, 2 zieht.

§. 60. Fig. 42 kann nun in ähnlicher Weise folgen, nur wird man hier schon in der oben befindlichen halben Scheibe, die gleichfalls erst in ein Rechteck eingeschlossen wird, die mittleren Hülfspunkte der beiden Viertelkreise in 1, 2 mittelst der in die oberen Ecken hinein gedachten perspektivischen Hülfs-Quadrate von den Schülern bestimmen lassen. Siehe §. 48.

§. 61. Um diese Hülfs-Quadrate bei verkürzten Flächen auf eine möglichst leichte Art anzuwenden, verfahre man bei dem Andeuten derselben in folgender Weise: Man nehme aus der Linie 3, 4, von 3 herabwärts, ein starkes Viertel ihrer Länge in 5 an, theile auch die Linie 3, 6 perspektivisch in vier gleiche Theile, von denen jeder folgende etwas kleiner als der vorhergehende sein muß, was hier nur dem Gutachten des Zeichners überlassen bleiben kann, da ihm das Verhältniß dieser beiden hinter einander liegenden Quadrate hierzu schon hinlängliche Anleitung geben wird, indem er bei diesem Theilen das Verhältniß der Länge 6, 7 zu 3, 6 ins Auge faßt. Das vordere Viertel etwas reichlich in 8 angenommen, wird nun senkrecht herab bis an die Linie geführt, die aus 5 perspektivisch parallel mit 3, 7 angenommen wird, wo sich dann in dem Punkte 2 die nach innen gekehrte Ecke des Hülfs-Quadrats als der Punkt zeigt, durch welchen der Viertelkreisbogen 4, 9, 6 gezogen werden soll. Das Hülfs-Quadrat der anderen Ecke wird nun in gleicher Weise gesucht, wodurch sich dann auch der Hülfspunkt 1 bestimmen läßt. Die unten stehenden beiden Theile eines Halbbogens sind in der früher angegebenen Weise auch erst zu Quadraten zu ergänzen, und man kann beim Aufzeichnen der Figur Anfangs einen der oben stehenden Viertel der Scheibe so in den vorderen Viertelhohlkreis hinein stellen, daß Punkt 2 auf 2 fällt, wodurch sich dann ein solches Quadrat wirklich herstellt.

§. 62. In Fig. 43 kommt nun die ganze Scheibe hinzu, wobei man die Quadrat-Eintheilung für dieselbe nach dem bisher hierüber Gesagten, unter Benutzung des aufgestellten Höhenmessers, wohl auffinden können wird, so wie man dann auch die vier Hülfs-Quadrate in den Ecken in oben erwähnter Weise andeutet, wie in der betreffenden Figur zu ersehen ist.

§. 63. Bei Fig. 44 kann man nun den im Auffassen der gebogenen Linie schon etwas geübteren Schülern das Andeuten des verdeckt liegenden Theiles der Flächen allenfalls erlassen, indem sie hier, um zu große Verwirrung der Linien zu vermeiden, nur den perspektivischen Grundriß anzudeuten nöthig haben.

§. 64. Bei Erklärung dieser Figuren muß nun überhaupt während des Aufzeichnens derselben, der Lehrer das zu Verrichtende mit den Schülern vielseitig besprechen, wobei die letzteren durch stetes Fragen angeleitet werden müssen, alles möglichst selbst aufzufinden, und sich dabei über die Art, wie sie es gefunden haben, deutlich auszusprechen, indem gar nicht genug darauf gehalten werden kann, daß die Schüler sich auch der Ursache recht bewußt werden, warum ein Körper in dieser Ansicht gerade so und nicht anders erscheint. Der Lehrer muß daher strenge darauf halten, daß ja kein gedankenloses Nachahmen dessen, was sie an anderen Zeichnungen gesehen haben, bei den Schülern an die Stelle des selbstthätigen Schaffens trete, und wird sie der Lehrer fortwährend auf die in der ersten Abtheilung gegebenen perspektivischen Gesetze zurück zu führen haben

Bei verfehlten Zeichnungen Einzelner lasse man von andern Schülern die gemachten Fehler aufsuchen und laut nachweisen, wobei der Lehrer immer Gelegenheit findet, über den betreffenden Fall alle recht zur Sicherheit zu bringen.

§. 65. Um nun aber in der Klasse schon den Schülern einige Anleitung zu geben, wie bei häuslichen Aufgaben krummlinige Gegenstände auch als unter dem Augpunkt befind-

lich gezeichnet werden sollen, lasse man einige der in den Aufstellungen auf dem Brettchen vorgekommenen Figuren, nach der im §. 34 dieser Stufe angegebenen Weise, nun eben so tief unter dem Augpunkt gestellt zeichnen, als sie sich vorher über demselben befanden, wozu man z. B. Fig. 30 und 31 u. s. w. wählen kann, indem dabei für das Aufsuchen der Hülfspunkte ganz das oben angegebene Verfahren zu beobachten ist. Siehe ein Beispiel in Fig. 45.

§. 66. Nun kann man die erwähnten häuslichen Uebungen dieser Art folgen lassen, wozu man runde Tische, geschweifte Möbel, Gefäße und andere dergleichen Gegenstände mehr wählen kann, wo sich dann der Sinn der Schüler für ein richtiges freies Auffassen der Verschiebungen gebogener Flächen immer mehr ausbilden wird, bis sie dahin kommen, auch ohne die genannten Vorrichtungen in den Hülfs-Quadraten dergleichen Gegenstände richtig aufzufassen.

§. 67. Hiermit werden wir nun die Uebungen der zweiten Stufe schließen, um dann die Schüler in der folgenden dritten zur vollkommenen Ausführung der geraden und gebogenen Flächen nach Schatten und Licht führen zu können; doch würde sich auch schon mit dem beendigten Unterrichte der zweiten Stufe das erreichen lassen, was für dies Objekt des Unterrichts für die Schule im Allgemeinen gefordert werden kann, indem das hierbei Erlernte für den Bedarf des häuslichen Lebens ausreichend ist, und auch so der Zeichnenunterricht als allgemeines Bildungsmittel seinem Zweck entsprochen haben wird.

§. 68. Eine besondere Aufmerksamkeit werden wir noch darauf zu verwenden haben, wie man Schüler, die ihren Fähigkeiten nach auf verschiedenen Stufen des Zeichnenunterrichts stehen, in derselben Stunde so neben einander unterrichten könne, daß doch alle dabei möglichst gefördert werden, und der Unterricht der einen Abtheilung der Belehrung der andern so wenig als möglich in den Weg trete.

Freilich wäre es am wünschenswerthesten, wenn die Schüler in gesonderte Klassen getheilt werden könnten, damit so der Unterricht jeder Stufe für sich allein betrieben würde; da dies aber durch räumliche und andere Verhältnisse, so wie durch das öftere Eintreten neuer Schüler und sehr ungleiches Fortschreiten der vorhandenen in den meisten Schulen unmöglich wird, so muß der Lehrer alle Vortheile geltend zu machen wissen, um die wenige dem Zeichnenunterrichte gewidmete Zeit, auf das Beste zu benutzen. Besonders wird der Unterricht in der ersten und zweiten Stufe am häufigsten zu verbinden sein, und gerade diese Verbindung bietet dem Lehrer die meiste Schwierigkeit dar. Ich werde nun hier einige Hülfsmittel anzugeben suchen, die der Lehrer dabei gewiß mit Vortheil anwenden wird.

Fürs erste wird es nöthig sein, die Zeichnenstunden, deren gewöhnlich zwei auf die Woche fallen, nicht einzeln, sondern hinter einander zu legen, da es bei vollen Klassen immer schon einige Zeit kostet, ehe Alles angeordnet und den verschiedenen Abtheilungen ihre Beschäftigung angewiesen und erklärt worden ist, wo dann in der ersten Stunde kaum Alles recht in den Gang gekommen sein wird, wenn dieselbe schon wieder geschlossen werden muß. Bei hinter einander fallenden Stunden kann sich der Lehrer dadurch, daß er den beiden Hauptabtheilungen seiner Klasse, gewöhnlich der ersten und zweiten Stufe, jeder eine der Stunden vorzüglich widmet, die Sache sehr erleichtern, indem er die Schüler der andern Abtheilung unterdessen das, was er ihnen vorher angezeigt und erklärt hatte, herstellen läßt, und dazwischen diejenigen Schüler, die sich seine Berathung erbitten, einzeln zu sich hin ruft, um so auch den etwa vorhandenen Schülern der dritten Stufe dasjenige andeuten zu können, was nach dem früher Durchgenommenen ihnen leicht verständlich sein wird.

Hier wäre noch wegen der Schüler der ersten Stufe zu bemerken, daß der Lehrer bald finden wird, wie ein großer Theil dieser Schüler, besonders die jüngeren unter denselben, ungeachtet aller seiner Bemühungen, noch eine ganze Zeit lang

hingehen werden, ohne daß sie die geringste Spur einer sich entwickelnden Zeichnenkraft kund geben, und der Lehrer wird hierbei wohl thun, wegen solcher das Fortschreiten anderer Schüler nicht aufzuhalten, da er die erstgenannten durch das Nachbilden geradeliniger Formen doch nützlich beschäftigen kann, bis dann, für sie oft ganz plötzlich, ein Zeitpunkt eintritt, wo der Bildungstrieb bei ihnen sichtbar erwacht, worauf man sie dann bald zu den Uebungen der zweiten Stufe zulassen kann.

Den geübtesten Schülern der ersten Stufe gestatte der Lehrer, die geometrischen Vorderflächen solcher Figuren mit aufzuzeichnen, die für die Schüler der zweiten Stufe auf das Brettchen gestellt sind. Sollte aber der größere Theil der Schüler einer Klasse sich für den Unterricht der zweiten Stufe eignen, so kann der Lehrer für solche Schüler, deren Zeichnenkraft noch sehr unentwickelt erscheint, sich als Aushülfe solcher Vorlegeblätter bedienen, auf denen einfache geradelinige Figuren aus dem Lehrgang der ersten Stufe in vergrößertem Maßstab dargestellt sind, indem er dadurch die letzteren angemessen beschäftigen kann, während er in seinem Lehrvortrage die erstgenannten besonders zu fördern sucht. Da aber auch bei den Schülern derselben Abtheilung schon ein ungleiches Fortschreiten in leichter Auffassung und sauberer Darstellung der erklärten Figuren bemerklich werden wird; so kann sich der Lehrer besonders für die zweite Stufe dadurch sehr helfen, daß er die geübtesten Zeichner, die ihre Figuren eher als andere gut vollendet haben, etwas vom Unterricht der folgenden dritten Stufe voraus nehmen läßt, indem er ihnen erlaubt, während der Zeit, daß ihre Mitschüler derselben Abtheilung ihre Figuren vollenden, oder solche verbessern müssen, sich schon im Ausschattiren ganzer Flächen vorzuüben, wodurch ihre Lust an der Sache immer rege erhalten wird.

§. 69. Ein gutes Hülfsmittel zu einer specielleren Beaufsichtigung der Fortschritte einzelner Schüler wird es aber sein, wenn der Lehrer immer nach Verlauf einiger Stunden die

Zeichnenbücher zusammennehmen läßt, um dieselben zu Hause genauer durchsehen zu können, als dies in den Stunden möglich ist, indem er dann an den Zeichnungen mit Rothstein die gefundenen Fehler anmerkt, und durch eine daruntergesetzte Zahl, etwa von 1 bis 6, den Werth der Zeichnung festzustellen sucht, worauf er dann die Versetzung der Schüler nach der Güte ihrer Arbeit anordnen kann, wodurch ein reger Wetteifer bei denselben erhalten wird.

Eine solche Art, den Zeichnenunterricht zu leiten, nimmt nun freilich Zeit und Mühe des Lehrers ungleich mehr in Anspruch, als der früher gebräuchliche Betrieb desselben durch beliebig ausgetheilte Vorlegeblätter; aber gewiß wird auch der Erfolg des Unterrichts dem ausdauernden Bestreben des Lehrers Anerkennung bringen, da sich jeder Schulfreund leicht überzeugen wird, daß nur auf diese Weise der Zeichnenunterricht auf die allgemeine Bildung vortheilhaft einwirken kann.

§. 70. In den häuslichen Uebungen haben nun die Schüler bisher die Ansichten einzelner Bauwerke, Möbel, Gefäße u. s. w. ausgeführt; um nun aber das Aufnehmen ganzer Ansichten an das bisher verfolgte Verfahren anzuknüpfen, und jeden dabei vorkommenden Fall auf das früher Dagewesene zurückführen zu können, will ich hier einige Mittel angeben, die dabei den Schüler sicher leiten können.

Es soll z. B. ein Zimmer gezeichnet werden, an dessen einem Ende der Zeichner seinen Standpunkt wählt, damit er so den Theil des Zimmers, der von dieser Stelle aus, ohne Veränderung des Augpunktes, bequem übersehen werden kann, auf sein Papier bringen könne. Hierzu müssen wir uns aber einen senkrechten Durchschnitt, der mit der Hinterwand parallel läuft, durch das Zimmer gelegt denken, den man sich als eine große Glastafel vorstellen kann, und der so weit von dem Zeichner entfernt sein muß, daß dieser ihn, ohne Veränderung seines Augpunktes, seiner ganzen Breite und Höhe nach, deutlich übersehen kann, welche Entfernung mindestens so viel als die Hälfte

der größten Länge des Durchschnitts betragen muß. Man kann dabei den Anfängern dadurch zu Hülfe kommen, daß man an der gehörigen Stelle des Fußbodens eine Linie, z. B. eine Fuge, wählt, oder dieselbe durch einen Strich oder hingelegte Schnur bildet, wo die Tafel den Boden berühren soll, welches dann unsere Grundlinie sein wird. An der einen Seitenwand des Zimmers kann nun der senkrechte Durchschnitt der Tafel an derselben, durch einen aufgestellten Stab oder auf eine andere passende Art an der Wand hinauf bezeichnet werden, welche Linie nun unsern Höhenmesser bilden soll. Auf beiden genannten Linien kann nun eine gewisse Anzahl von gleichen Theilen durch darauf gesetzte Theilungspunkte angegeben, und dasselbe an den betreffenden Linien der Zeichnung verkleinert wiederholt werden, worauf dann das weitere Verfahren bei dem Aufzeichnen der Stube ganz dem gleichen wird, was wir bereits früher bei dem Zeichnen einfacher Körperaufstellungen auf dem Brettchen kennen gelernt haben, indem nun jeder perspektivisch zu bestimmende Punkt der hinter der Glastafel befindlichen Objekte, mittelst des daraufgehaltenen Fadens, seiner Breite und Höhe nach, gesucht und auf der Zeichnung wieder angegeben werden kann, wie dies im Anfang der zweiten Stufe bereits ausführlicher angegeben worden ist.

Nachdem man so auf dem Papier ein Rechteck erhalten hat, welches das Verhältniß des Zimmers im Durschnitt desselben nach Breite und Höhe richtig darstellt, sucht man die vier Ecken der entgegenstehenden Wand des Zimmers auf dem Durchschnitt der Tafel festzustellen, verbindet dieselben durch die gehörigen Linien, und zieht von den Ecken dieser Hinterwand aus, je nach der betreffenden Ecke des vorderen Durchschnitts Linien, mittelst welcher man dann die oberen und unteren Gränzlinien der Seitenwände, wo diese an Decke und Fußboden stoßen, gefunden haben wird. Durch Verlängerung dieser vier in das Bild hineingehenden Linien bis zu einer Stelle in der Hinterwand, wo sie zusammentreffen, wird sich nun der Augpunkt

bestimmen lassen, nach welchem hin sich alle übrigen rechtwinklig in das Bild hineingehenden Linien ziehen müssen.

Für das Aufzeichnen der in dem Zimmer befindlichen Gegenstände bedarf es nun wohl keiner weiteren Erklärung, indem man dabei nur immer die Stelle in der Tafel aufzusuchen hat, in der sich die Grundlinie eines solchen Gegenstandes zeigen wird, auf welcher man dann die betreffenden Sachen, ganz in der früher angegebenen Art, ausführen kann.

§. 71. Eben so würde man beim Aufzeichnen einer Ansicht von mehreren Gebäuden u. s. w. verfahren, indem man sich hierzu im Freien durch eine in die Erde gefurchte Linie eine Grundlinie bilden kann, die mit dem einen Ende an eine Hausecke oder einen Baumstamm u. s. w. trifft, welche Gegenstände man dann zum Höhenmesser wählt, und an diesen, so wie an der Grundlinie selbst, mehrere gleiche Theile anzugeben sucht, die man dann, auf dem vorhabenden Papier, in gleicher Weise antragen muß.

Da es aber oft die Umstände nicht gestatten, daß man sich dergleichen Scalen in der Natur wirklich anbringen kann, so habe ich mich bemüht, ein Mittel ausfindig zu machen, durch welches man auf eine einfache und leichte Art diesen Mangel ersetzen kann. Man nehme ein schmales Lineal oder ein gerades kantiges Stäbchen, etwa von der Länge des zum Aufzeichnen gewöhnlich gebrauchten Papiers, theile diesen Maßstab, der von heller Farbe sein muß, auf der einen Seite durch kräftige dunkle Striche in Zoll große Theile, und befestige in der Mitte desselben einen Faden von gleicher Länge mit diesem Stab, indem man das andere Ende dieses Fadens mit einem Knoten versieht; diesen faßt nun der Zeichner, nachdem er seine Ansicht gewählt hat, mit den Vorderzähnen fest, und hält den Stab so weit ab, als es der Faden erlaubt, in der Höhe der Grundlinie vor sich hin, worauf er dann, das eine Auge schließend, sich auf dieser so gebildeten Grundlinie leicht diejenigen

Theile wird anmerken und abzählen können, in welche die hauptsächlichsten Breitenbestimmungen der Ansichten hineinfallen werden. Man dreht nun den Stab in derselben Ebene bis zur senkrechten Richtung herum, und bemerkt an dem so gebildeten Höhenmesser die hauptsächlichsten Höhenbestimmungen dieser Art, welches Verfahren nun ganz mit dem bisher gebrauchten in Uebereinstimmung gebracht werden kann, indem man die Schüler darauf aufmerksam macht, wie sich nun auf dem Papier die perspektivischen Punkte leicht bestimmen lassen werden, wenn man die Grundline desselben in eben so viele gleiche Theile theilt, als wir deren auf dem Maßstab haben, welche Scala dann auch auf der einen Seitengränze des Papiers heraufgetragen wird. Um zu verhindern, daß man beim Visiren in dieser Weise mit dem Stabe nicht unbemerkt aus der Ebene der Tafel weiche, kann man eine Wage von zwei gleich langen Fäden, die an den beiden Enden des Stabes befestigt sind, bilden, welche dann in den Knoten des erstgedachten Fadens zusammentreffen werden, und man wird so beim Visiren durch ein gleichmäßiges Straffhalten dieser Endfäden ein Mittel finden, seinen Maßstab immer möglichst in derselben Ebene senk- und wagerecht zu bewegen. In Taf. X. Fig. 20 ist ein solcher Stab abgebildet. Noch wäre hierbei anzumerken, daß man die Messungen dieser Art nicht zu weit von dem Augpunkt entfernt nehmen darf, indem sonst leicht Unrichtigkeiten entstehen könnten, so wie auch der Maßstab nur dann ganz zuverlässig sein wird, wenn man ihn so hält, daß die Mitte desselben gerade in den Augpunkt fällt.

Einiges Nachdenken und hinzukommende Erfahrung werden dem Schüler dieses so leicht anwendbare Mittel gewiß bald geläufig und im Anfange ganz unentbehrlich machen, indem nur so bei einem flüchtigen Auffassen landschaftlicher Gegenstände, wie dies z. B. auf Reisen gewöhnlich nur möglich ist, die größte Genauigkeit erzielt werden kann, wo dann die einzelnen Theile, nach den auf dem Papier wieder aufzusuchenden perspektivischen Bestimmungspunkten, bei mehrerer Muße auch im Hause leicht ausgeführt werden können.

Sollte diese Arbeit beifällig aufgenommen werden, so denke ich in einem folgenden Bändchen eine faßliche Anleitung zum Landschaftzeichnen nach der Natur zu geben, wo ich besonders das Zeichnen der Bäume in einer vereinfachten und für jeden leicht anwendbaren Art behandeln werde.

Dritte Stufe.

Ausgeführtes Zeichnen von Körpern und Naturgegenständen.

§. 1. Nachdem der Schüler auf der vorigen Stufe die Wirkung des Vor- und Zurücktretens der Körper, nach den perspektivischen Gesetzen in Veränderung der Form und Größe der Flächen kennen gelernt hat, und er diese Flächen auch nach Schatten und Licht zu unterscheiden und durch die umgränzenden Linien anzudeuten weiß; soll er hier das Gelernte in vollständiger Ausführung herzustellen angeleitet werden.

Wir werden hierbei wieder mit den geraden Flächen beginnen müssen, um dann zu den einfach gebogenen in der Walze, und endlich zur Kugelfläche übergehen zu können.

§. 2. Hierzu wird es aber nöthig sein, die Schüler über die Beleuchtung der Gegenstände etwas näher zu unterrichten, und besonders die Bildung der Schlagschatten, die hierbei nicht mehr umgangen werden können, näher ins Auge zu fassen.

Es kann freilich nicht die Meinung sein, daß hier die Lehre von Schatten und Licht ausführlich abgehandelt werden soll, indem dies für unseren Zweck zu weit führen, und ein eignes Buch erfordern würde, deren bereits über diesen Gegenstand mehrere vorhanden sind; ich muß mich hier nur darauf beschränken, dasjenige anzuführen, was für den Schulunterricht zur vollkommenen Ausführung der bisher gebrauchten einfachen Naturkörper nach Schatten und Licht, wenn sie auch unter den Augpunkt gestellt

gesehen werden, unentbehrlich nothwendig wird, womit sich dann schon ein Grund legen läßt, auf welchen in der Folge die weiteren Belehrungen hierüber fortgebaut werden können.

§. 3. Wir werden uns dabei nur der einfachsten Art der Beleuchtung bedienen, indem wir annehmen, daß die Körper so vom Sonnenlicht getroffen werden, daß die Strahlen von links und oben auf dieselben herabfallen, wie wir dies schon bei dem Linienschatten der Figuren der zweiten Stufe, jedoch ohne Berücksichtigung der Schlagschatten, gethan hatten. Man wird die Schüler darauf aufmerksam machen müssen, daß hier in den Aufstellungen auf dem Brettchen nur wenig Schlagschatten bemerkbar sind, außer wenn der eine Körper etwa so steht, daß er den hinter ihm stehenden verhindert, mit seiner dem Lichte zugekehrten Seite, dasselbe aufzufangen, wodurch dann solche Flächen auch als im Schatten erscheinen werden. Es liegt aber diesem Mangel an Schlagschatten, hier hauptsächlich die aus andern Ursachen nöthige Aufstellung der Körper über dem Augpunkt zum Grunde, wodurch einestheils die meist auf die Oberflächen der Körper fallenden Schlagschatten nicht gesehen werden können, und anderntheils wird die Beleuchtung der Körper im Zimmer gewöhnlich nicht so wirklich vorhanden sein, wie wir sie annehmen müssen, da die Fenster meist weiter herabreichen, als an der Wand die Stelle ist, wo die Aufstellung gemacht werden kann, wo dann natürlich auch Lichtstrahlen von unten her auf den Körper einwirken können; und auch in dem günstigeren Falle, wenn das Licht nur von oben einfällt, wird man doch selten reines Sonnenlicht, sondern gewöhnlich immer die allgemeine Zimmerbeleuchtung haben, in welchem Fall die Schlagschatten in Form und Stärke gegen unsere Annahme verändert erscheinen.

Diese mannigfaltigen Veränderungen der Beleuchtung werden wir hier nun fürs erste noch unberücksichtigt lassen, und die Schüler dazu anhalten, daß sie sich mit der richtigen Abstufung der Körper nach Schatten und Licht, und den vorkommenden

Schlagschatten in dem genannten einfachsten Fall der Beleuchtung recht vertraut zu machen suchen, da sich das Weiterfolgende hieran anknüpfen lassen wird, wozu ich am Ende der Stufe noch einige Andeutungen geben werde.

§. 4. Wir wollen uns also nun in den nächsten Figuren mit dem genannten Fall näher bekannt machen, und hierbei mit dem einfachen Cubus anfangen, dessen perspektivische Ansicht wir so wählen, daß er unter dem Augpunkt und links von demselben steht, wie dies auf Taf. IX. Fig. 1 zu ersehen ist.

Wenn das Licht so auf diesen Würfel fiele, daß es denselben von vorn beleuchtete, wo dann die Sonne im Rücken des Zeichners stände, so würde sich der Schlagschatten des Würfels in das Bild hinein erstrecken müssen; stände die Sonne aber hinten im Bilde, so, daß sie dem Zeichner ins Gesicht scheinen könnte, so würde sich der Schlagschatten nach vorn dem Zeichner entgegenstrecken; hier aber, wo sie seitwärts mit dem Zeichner in gleicher Richtung angenommen ist, werden die senkrechten Gränzen wagerechte Schlagschatten auf den Boden werfen müssen, d. h. die dem Lichte abgekehrte Seite des Körpers wird ihr Bild im Schlagschatten als ein perspektivisches Rechteck zeigen, indem die, wegen der großen Entfernung der Sonne, immer parallel fallenden Lichtstrahlen, an der Vorder- und Rückseite des Würfels vorbeistreifen, und die Bilder der Linien ab und dc in ae und df auf die Grundfläche werfen. Ueber die rechtwinklig von der Grundlinie in das Bild hineingehende obere Gränze der beschatteten Seitenfläche bc, fallen nun die Lichtstrahlen hinweg, und geben das Bild dieser Linie in ef, welche letztere Linie sich auch nun, als parallel mit bc, nach dem Augpunkt hinziehen muß.

§. 5. Der in dem Schattenprisma abcfe eingeschlossene Raum wird nun der Lichtstrahlen beraubt, also Dunkelheit sein, und Alles, was in diesen Raum hineinfällt, würde gleichfalls verhindert werden, das Licht zu empfangen, wie hier z. B. in Fig. 2 die nach links und oben gekehrten Seiten des halben

Würfels. Die Richtung der Schlagschatten für den angenommenen Beleuchtungsfall, wäre also festgestellt; nun sehen wir aber leicht, daß sich die Länge desselben, je nach dem höher oder niedriger angenommenen Standpunkt der Sonne, sehr verschieden zeigen kann, indem wir z. B. gegen Sonnenuntergang in der Natur viel längere Schlagschatten erblicken, als zur Mittagszeit. Es wird also durch einen gegebenen Strahl in Sbe auch die Höhe des Lichtes, und somit die Länge der Schlagschatten gegeben werden müssen, indem wir nun, von dem senkrecht unter den Punkt S gelegenen Fußpunkt des Lichtes in F, durch jeden Grundpunkt der betreffenden senkrechten Linien, z. B. hier in Fig. 1 und 2, von a und d aus, die wagerechten Richtungslinien der Schlagschatten ziehen, worauf wir durch die oberen Punkte dieser Linien in b und c, durch Parallelstrahlen mit dem für die Höhe des Lichtes zuerst angenommenen Strahl in Sbe, die Linie sf ziehen, wo sich dann in den Stellen, wo sich Lichtstrahl und Richtungslinie in e und f treffen, das Bild der Punkte b und c in e und f vorfindet, worauf die Gränze des Schlagschattens leicht zu ergänzen sein wird.

§. 6. Wir werden in der Folge sehen, wie sich auf dies einfache Verfahren alle weiteren Regeln für die Beleuchtung begründen lassen, indem wir nur von dem Fußpunkt des Lichtes eine Richtungslinie für den Schlagschatten durch einen der Grundpunkte ziehen, mit welcher alle übrigen Richtungslinien der Schlagschatten geometrisch parallel bleiben müssen, worauf also noch die Höhe des Lichtes zu bestimmen sein wird, für welche wir vorerst eine solche Richtung des Sonnenstrahls annehmen wollen, daß derselbe gerade senkrecht auf eine Diagonale des aufrecht stehenden Quadrats der Vorderfläche des Würfels Fig. 1 in gb fällt. Werden also über die vorragendsten Ecken der Körper Lichtstrahlen gelegt, die mit dem ersten Strahl parallel sind, und man verlängert dieselben so weit, bis sie die aus den Fußpunkten der betreffenden unteren Ecken gezogenen Richtungslinien in deren Verfolg

treffen; so wird durch diese Punkte jederzeit das Bild der gesuchten Ecke im Schlagschatten bestimmt werden können. Die Verbindung der so gefundenen Punkte des Schlagschattens durch Linien wird nun die Form desselben geben, wobei dann jederzeit die in das Bild hineingehenden Gränzen sich nach dem Verschwindungspunkt der übrigen perspektivisch parallelen Linien hinziehen müssen, wie dies hier z. B. in Fig. 1 und 2 mit den Linien e f der Fall ist, die gleichfalls in dem Augpunkt verschwinden.

§. 7. In Fig. 3 haben wir die Bilder der Punkte e und f im Schlagschatten zu suchen, und wir werden aus denselben senkrechte Linien herab bis auf die Grundfläche in g h fällen müssen, worauf wir durch wagerechte, aus diesen Punkten nach rechts hin gezogene Richtungslinien, und durch aus e und f bis auf dieselben herabgefällte Sonnenstrahlen, den Schlagschatten, wie bei den vorigen Figuren, leicht finden könnten, wenn derselbe nicht durch andere dazwischentretende Flächen aufgefangen würde, ehe er die Grundfläche erreichte. Die aus a und c gezogenen Richtungslinien werden nun bis an die liegende Säule in g und h fortgesetzt, und von diesen Punkten aus nach l und m senkrecht heraufgezogen, von wo sie sich wieder bis nach n und o wagerecht fortsetzen, und von den genannten Punkten an der dahinterstehenden Wand abermals bis nach p q heraufsteigen, wo dieselben von den durch e und f gelegten Sonnenstrahlen in den genannten Punkten getroffen werden, wodurch sich in der Linie p q die äußerste Gränze des Schlagschattens, oder das Bild der Linie e f finden wird.

§. 8. Steht ein Körper so, daß er sich schräg nach vorn an einen andern anlehnt, wie wir uns bei Fig. 4 vorstellen können, so werden wir die Schlagschatten wieder dadurch finden, daß wir die zu bestimmenden Ecken des Körpers erst durch senkrechte Linien auf die Grundebene herabfällen, um dann von ihrem Grundpunkt aus die Richtungslinien, und durch die Lichtstrahlen über den oberen Punkt hinweg die Längenbestimmung

des Schlagschattens zu finden. Die Punkte cd haben wir bereits auf der Grundfläche, und da die übrigen zu suchenden Ecken agh und bef in Flächen liegen, die rechtwinklig auf die Grundlinie stoßen, so werden wir vom Augpunkt aus durch c und d Linien ziehen müssen, bis wir die aus a und b, g und e, h und f senkrecht auf die Grundebene herabgefällten Linien in op, st, qr treffen, von welchen Punkten aus wir dann wagerecht nach rechts hin die Richtungslinien ziehen, die wir dann durch die über die oberen Ecken des Körpers herabgezogenen Lichtstrahlen in iklmn schneiden, welche genannte Punkte wir durch Linien verbinden, die von i und n aus nach c zusammengezogen werden, wodurch sich das Bild des Körpers im Schlagschatten, seinem sichtbaren Theile nach in ciklmrxnc, seinem verdeckten Theile nach in cdxnc, herstellen würde.

§. 9. Wir sehen also hier wieder, daß sich Alles darauf zurückführen läßt, daß man durch den gesuchten Grundpunkte eine Richtungslinie, und über die Ecken selbst hinweg einen Lichtstrahl zur Längenbestimmung für den Schlagschatten legen muß, um so, im Zusammentreffen dieser beiden Linien, das Bild der Ecken im Schlagschatten zu finden, worauf man diese Punkte durch gerade Linien zu Bildern der betreffenden Kanten herstellt, und es wird ein Jeder bei eigenem Nachdenken dies Verfahren auf alle übrige etwa vorkommende Fälle anwenden können, indem hierbei nur noch wegen des Auffindens der Grundpunkte für die zu bestimmenden Ecken zu erwähnen wäre, daß dieselben auf der Grundfläche immer auf eine Linie herabgefällt werden müssen, die gerade unter der Ebene liegt, in welcher sich die fraglichen Punkte befinden, und die folglich, bei winkelrecht in das Bild hineingehenden Seitenflächen, sich auch nach deren Verschwindungspunkt, nach dem Augpunkt, hinziehen müssen, wie hier in unserer Figur geschehen ist. Sind die Figuren aber über Eck gesehen, so wird man die besagte Linie auf der Grundfläche auch nach dem zufälligen Verschwindungspunkt der Ebene, in welcher die gesuchten Punkte liegen, fortführen müssen.

§. 10. In Fig. 5 haben wir nun einen Cubus über Eck vor uns, und ziehen wieder von den Grundpunkten a d und e aus, wagerechte Richtungslinien, welche wir durch die über die oberen Ecken b c f hinweggelegten Lichtstrahlen schneiden, und so die Punkte g h i im Schlagschatten bestimmen, dessen Gränzen nun durch verbindende Linien zwischen a g h i e leicht festzustellen sind.

§. 11. Dasselbe geschieht in Fig. 6, wo die Grundpunkte der oberen Ecken k b d i auf solche Linien herabgefällt werden, die auf der Grundfläche perspektivisch gleichlaufend mit den langen Seiten des oberen Körpers sind. Auf diese unten angedeuteten Linien in 1, 2, und 3 4, werden nun die senkrechten aus k b i d herabgezogen, und mittelst der wagerecht hindurchgezogenen Richtungslinien, und der über die oberen Ecken hinweggelegten Lichtstrahlen wird sich nun immer das Bild der gesuchten Ecke im Schlagschatten bestimmen lassen. Es wird aber auch das Sonnenlicht an der unteren Gränze der nach links gelegenen Seitenfläche des oberen Körpers, an c a, vorbeistreifen, und das Bild dieser Linie in vorbenannter Weise im Schlagschatten gefunden werden müssen, wodurch sich in den Stellen, wo sich genannte Linie mit den aus e und g gezogenen Richtungslinien in g' f' trifft, die Form des Schlagschattens ergänzen wird. Der durch die vorgenannte Fläche geworfene Schlagschatten wird aber auch auf der Vorderfläche des unteren Körpers zum Theil sichtbar werden, und seine Begränzung auf dieser Fläche wird durch einen durch f gezogenen Lichtstrahl in f y bestimmt.

§. 12. Fällt ein solcher Schlagschatten nicht auf die Grundfläche, sondern wird er von der horizontalen Oberfläche eines anderen Körpers aufgefangen, so braucht der Grundpunkt einer Ecke nicht erst bis auf die Grundfläche des Bodens herabgeführt zu werden, sondern es wird auf der betreffenden Ebene ganz nach der angegebenen Weise verfahren, wozu hier ein Beispiel in Fig. 7 gegeben ist. In Fig. 7 A wird die Ecke a auf

die Oberfläche des zweiwürfligen Körpers fallen, wenn man von dem Punkt b aus die wagerechte Richtungslinie des Schlagschattens zieht, bis der über a gelegte Lichtstrahl dieselbe in c trifft, worauf dann in bc das Bild der Linie ba hergestellt wird. Die Ecke d wird ihren Schlagschatten aber nicht mehr auf diese Ebene werfen, sondern auf der Grundfläche in e sich zeigen. Damit wir aber das Bild der Linie ad, das uns auf der Oberfläche den Schlagschatten begränzen muß, bestimmen können, wollen wir uns die genannte Fläche vergrößert und auf derselben den Punkt d in f aufgefangen denken, indem wir aus g eine wagerechte Richtungslinie ziehen, die durch einen über d gelegten Sonnenstrahl in f getroffen wird, worauf wir c mit f verbinden, und somit die Richtung für das sichtbare Stückchen Gränzlinie des Schlagschattens in ch gefunden haben, worauf man von Punkt h aus eine senkrechte bis auf die Grundfläche hi herabfällt, von dort aus die wagerechte Richtungslinie in ik zieht, und dann über dem Punkt h herab einen Sonnenstrahl legt, der ik in k schneidet, worauf man dann durch Verbindung der Punkte mnokepl die Form des theils sichtbar, theils versteckt liegenden Schlagschattens herstellen kann.

Der vom Körper B geworfene Schlagschatten kann nun nicht ganz auf die Bodenfläche fallen, sondern wird von der senkrechten Fläche der Körper in A aufgefangen werden, für welchen Fall ganz das in Fig. 3 bereits gezeigte Verfahren gelten wird, indem die aus qrs gezogenen wagerechten Richtungslinien von t, u, v senkrecht in die Höhe steigen, worauf sie durch die über die oberen Ecken gezogenen Lichtstrahlen in xyz getroffen werden, und hier das Bild der gesuchten Punkte zurücklassen.

§. 13. Der Schlagschatten des aufrechtstehenden Cylinders in Fig. 8 wird nun in ähnlicher Weise von einer senkrechten Fläche aufgefangen, nur daß hier die Punkte abc in einem Halbkreise liegen, dessen Bild sich auch im Schlagschatten in den Punkten a′ b′ c′ zu einer gebogenen Linie vereinigt, und

um diese Kurve zu vervollständigen, können wir uns noch zwei Hülfspunkte in c und d suchen, die dann senkrecht auf die Grundlinie herabgefällt, dieselbe in f und g treffen, von wo ihre Richtungslinien wagerecht nach h i fortgesetzt, und von hier senkrecht hinauf so weit gezogen werden, bis sie von den über die Punkte d und e hinweggelegten Lichtstrahlen in k und l getroffen werden; welche Punkte dann zur Vervollständigung des perspektivischen Halbkreises des Schlagschattens dienen können. Der Cylinder selbst wird sich durch die Linien a m und c n, wo die Lichtstrahlen die senkrechten Seiten desselben streifen, in zwei Hälften theilen, von denen die links von diesem gedachten Durchschnitt gelegene Hälfte erleuchtet, die rechts gelegene dagegen im Schatten sein wird, und die genannten Linien a m und c n würden nun die Schattengränzen bilden, von welchen aus, hier z. B. von a m nach rechts hin, die stärkste Dunkelheit eintritt, welche Dunkelheit aber, auf die Linie b x zu, durch das zurückgestrahlte Licht bedeutend vermindert, folglich heller gemacht werden wird, so wie denn auch der Schatten sich in die Lichtseite hinein, von a m nach links, in sanften Uebergängen bis zum höchsten Licht, nach der am meisten links gelegenen Seite des Cylinders hin, abstufen muß.

§. 14. In Fig. 9 werden die Schlagschatten des liegenden Halbbogens an der geraden Seitenfläche rechts, nach dem Vorhergegangenen, leicht zu finden sein. Für den Schlagschatten, welchen die gebogene Fläche wirft, lege man durch die Fußpunkte der drei Hülfspunkte des Halbkreises, also durch b, die Richtungslinien, die dann von den Punkten a aus, durch die darübergelegten Lichtstrahlen S, a in c geschnitten werden, worauf man dann die Gränze des Schlagschattens in der Schwingung der Hohlfläche selbst ausführt. Man würde auch, wenn es nöthig wäre, zwischen den gesuchten Hülfspunkten in a noch andere Hülfspunkte annehmen, und deren Bild auf gleiche Weise in der Gränze des Schlagschattens wieder aufsuchen können.

§. 15. Der Schlagschatten der Kugel in Fig. 10 wird nun in einem auf der Grundfläche liegenden verkürzten Kreise bestehen müssen, der von einer kreisrunden Durchschnittsfläche, die wir, senkrecht auf den Lichtstrahl, in a b c d durch die Kugel gelegt denken, gebildet wird, und durch welchen sich die Kugel in eine Licht- und eine Schattenhälfte theilen läßt, an deren Gränze dann die Lichtstrahlen in a b c d vorbeistreifen, wo dann das Bild der betreffenden Punkte, ganz in der früher angebenen Weise, in e f g h auf die Grundfläche getragen werden kann, durch welche Punkte sich dann die Gränzlinie des perspektivischen Schlagschattenkreises hindurchziehen wird. Es würde hierbei also hauptsächlich darauf ankommen, erst den Durchschnitt der Kugel in a b c d richtig zu finden, und hierzu würden wir durch den Mittelpunkt o eine Linie nach dem Augpunkt hin ziehen müssen, die eine in das Bild hineingehende Axe der Kugel in d c b vorstellen würde, welche, wie a c, in der gesuchten Durchschnittsebene liegen muß. Um nun aber die Endpunkte dieser Linie, oder die äußersten Gränzen der Kugel nach vorn und zurück in d und b bestimmen zu können, fälle man aus o eine senkrechte Linie bis auf die Stelle herab, wo die Kugel in k auf der Grundfläche steht, und ziehe durch k gleichfalls nach dem Augpunkt hin. Auf dieser Linie bestimme man in l und m den verkürzten Durchmesser der Kugel, indem man in d, am besten an dem Körper selbst, einen Punkt mit Kreide angiebt, und den Abstand desselben nach rechts hin von k auf der Grundlinie visirt, wodurch man den Punkt l bestimmen kann, und nun die Länge k m verhältnißmäßig mit der Verkürzung, die k l erlitten hat, angeben muß. Die Punkte l und m werden dann senkrecht herauf bis an die durch o nach dem Augpunkt gezogene Axe verlängert, wodurch sich die Punkte b und d bestimmen lassen, deren Bild im Schlagschatten nun in f und h angegeben werden kann. Ein solches Verfahren dürfte für unsern Zweck ausreichend sein, indem sich, bei einiger erlangter Uebung Seitens des Schülers, auch so schon die Form des Schlagschattens ziemlich richtig bestimmen lassen wird, da das

Aufsuchen mehrerer Hülfspunkte in der Durchschnittsgränze des Kreises, für den Anfänger zu verwirrend sein möchte.

§. 16. Wir wollen hier noch einiges Nothwendige über die Stärke des Lichtes hinzufügen, nachdem wir uns aus dem Bisherigen überzeugt haben, daß das Licht auf den ihm entgegen gekehrten Seiten und Flächen der Körper aufgehalten wird, und gleichsam auf denselben haften bleibt, wie wir dies an den nach oben und links gelegenen Seiten unserer Körper gesehen haben. Die anderen Seiten aber, die vom Lichte weggekehrt sind, folglich von den Strahlen desselben gar nicht berührt werden können, werden im Schatten sein, und hierdurch wird zugleich auf der erleuchteten Grundfläche eine Dunkelheit gebildet, welche die Form des davor stehenden Gegenstandes annimmt, durch welchen die Lichtstrahlen verhindert werden, auf diesen Theil der Grundfläche zu fallen, wodurch sich dann die Schlagschatten bestimmen werden. Bei den mit dem Durchschnitt der Tafel parallel gelegenen Flächen bemerken wir nun einen schwächeren Grad der Betonung, indem diese Flächen zwar nicht vom Lichte ganz abgewandt sind, jedoch aber so stehen, daß die Lichtstrahlen nicht von ihnen aufgefangen werden können, welchen Fall wir Streiflicht nannten, was bisher immer bei den Vorder- und Rückflächen der uns gerad zugekehrten Körper statt fand. Nun wird aber in den vom Licht getroffenen senkrechten Flächen sich noch ein merklicher Unterschied in der Stärke der Beleuchtung herausstellen, und es wird die Stärke des Lichts zunehmen müssen, je mehr sich die beleuchtete Fläche dem Lichte gerade zugekehrt, d. h. rechtwinklig auf die Grundlinie stoßend, zeigt, hingegen geringer und gleichsam die Mitte zwischen vollem Licht und Streiflicht haltend, je mehr sie sich von erwähnter Richtung entfernt, oder je mehr sich die beleuchtete Seitenfläche der Tafelfläche nähert, wie dies an den Flächen der über Eck gesehenen Körper bemerkt werden kann. Licht- und Schattenflächen sind aber nun auch noch in ihrem Zurückweichen von der Tafelfläche einer Veränderung, hinsichtlich ihrer Betonung, unterworfen, indem sie so beide an Stärke verlieren, wodurch

dann die Lichter schwächer, d. h. dunkler, die Schatten ebenfalls schwächer, d. h. heller, erscheinen. Den Grund dieser Erscheinung werden wir in der dunstigen Beschaffenheit unserer Atmosphäre suchen müssen, indem die zwischen dem Auge und den zu zeichnenden Gegenständen befindliche Luft, nebelartig und trübend auf die Betonung der Flächen einwirkt, wodurch sich bei sehr entfernten Gegenständen von dunkler Farbe endlich eine vollkommene Ausgleichung der Lichter und der Schatten ergiebt, so daß sich die Form des Ganzen dann nur durch einen gleichmäßigen schwachen Ton bemerkbar macht; doch wird sich die weiße Farbe dabei am längsten unverändert erhalten.

§. 17. Ich muß hier noch etwas von dem zurück geworfenen Lichte (Reflex) erwähnen, indem die Einwirkung desselben bei Betrachtung der Naturkörper dem Schüler oft so auffallend sein wird, daß er damit die gegebenen Regeln widerlegen zu können glaubt. Eine hell erleuchtete Fläche, besonders von lichter Farbe, wirkt nehmlich eben so wie jedes andere Licht, nur in viel schwächerem Grade, auf die ihm entgegen stehenden Flächen, woher es denn auch kommt, daß der Schlagschatten solcher Körper, die auf einer lichten Grundfläche stehen, im Ganzen dunkler erscheint, als die Schattenfläche des Körpers, von welchem er geworfen wird; denn das von der erleuchteten Grundfläche zurückstrahlende Licht wirkt auf die Schattenseite des Körpers erhellend ein, was für den Schlagschatten selbst nicht statt findet, dessen Dunkelheit ohnedies noch durch den Gegensatz der ihn umgebenden großen Lichtfläche hervorgehoben wird. Doch wird auch der Schlagschatten in seinen zurückweichenden Theilen dem allgemeinen Gesetz der Abstufung folgen und lichter werden müssen, welche Veränderung auch für die Stellen desselben gilt, die, obgleich dem Auge des Zeichners gleich nahe, doch von dem schattenwerfenden Körper schon entfernter liegen, indem nun der Schlagschatten, des zurück gestrahlten Lichts und der dazwischen tretenden Luft wegen, immer mehr von seiner Stärke und Bestimmtheit verliert, was denn

überhaupt von allen Gränzen der Schlagschatten wohl zu merken ist, indem sich dieselben nie so scharf von den Lichtern scheiden dürfen, als dies an den Kanten der Körper geschieht, sondern es muß hier immer durch einen schmalen Mittelton ein Uebergang gesucht werden. Einige Beispiele über das hier Gesagte finden sich auf Taf. X. Fig. 18 und 19.

§. 18. Für die Art, in der wir nun die Betonung der Schatten- und Lichtflächen der Körper auf der Zeichnung ausdrücken wollen, werden wir diejenige als die zweckmäßigste wählen, wo man verschiedene Lagen von Schraffirstrichen mittelst der schwarzen Kreide bildet, indem man für die höchsten Lichter den weißen Grundton des Papieres stehen läßt. Wir können die betonten Flächen hauptsächlich auf zwei Arten zurückführen, nehmlich erstens auf ganz gleichmäßig betonte, wie z. B. die uns gerade zugekehrten Vorderflächen der Körper, und zweitens auf abgestufte, für solche senkrechte oder horizontale Flächen, die sich mehr oder weniger von der Tafel aus in das Bild hinein erstrecken.

Ein solcher gleichmäßiger Ton für eine uns zugekehrte Streiflicht- oder Vorderfläche ist hier in Fig. 12 angedeutet, und wir legen dabei die Schraffirstriche zuerst der längsten Seite nach, und zwar immer so, daß der zwischen den Strichen bleibende weiße Raum von gleicher Breite mit den Strichen selbst ist. Es kommt hier Alles darauf an, daß man Anfangs möglichst hell und gleichmäßig solche Flächen decke, und besonders auf saubere Gränzen halte, die nicht durch scharfe umgebende Striche, sondern durch sorgfältiges Ansetzen und Enden der Schraffirlage selbst, herausgehoben werden müssen, so daß die Schraffirstriche weder im geringsten über den Contur hinausgehen, noch auch von demselben zurückbleiben dürfen.

Da auf eine gleichmäßige Lage beim Schattiren überhaupt so viel ankommt, und es unbequem sein würde, über größere Flächen hinweg die Lage der einzelnen Schraffirstriche der ganzen Länge nach zu führen; so wird man dieselben nur immer

erst so lang machen müssen, als es für das Aufliegen der Hand bequem ist, etwa wie in Fig. 13 a angedeutet steht, doch darf man dabei die Striche nach der Mitte hin nicht scharf auslaufen lassen, indem sonst bei dem Ansetzen einer zweiten Reihe von Strichen, im Zusammentreffen derselben, ein dunklerer Ton entstehen müßte, wie dies in Fig. 13 b zu sehen ist, wogegen man dadurch, daß man die Striche nach dem künftigen Ansatzpunkte zu schwächer werden und gleichsam in einen halben Ton enden läßt, durch eine in gleicher Verminderung wieder angesetzte Strichlage, die Stelle des Zusammenstoßens ganz unbemerkt machen kann, wie in Fig 13 a angedeutet ist, welcher Vortheil von den Schülern wohl in Acht genommen werden muß.

Man darf dabei natürlich mit der ersten Lage die gehörige Dunkelheit der Fläche noch nicht erreichen, indem auf eine zweite Lage zu rechnen ist, die wir etwas schräge, aber doch nur unmerklich von der ersten Richtung abweichend, darüber legen werden, wie dies in Fig. 14 zu sehen ist, wodurch sich, bei nachher vorgenommenem vorsichtigen Ausfüllen der zwischen den Strichen gebildeten rautenähnlichen Körper, ein schöner Streiflichtton herstellen läßt.

Soll die Fläche noch dunkler werden, so müssen wir eine dritte Lage darüber geben, die aber wieder etwas weniger schräg als die vorige ist, wie wir dies in der Fig. 15 angedeutet finden.

Die Behandlung der Schattenflächen geschieht nun ganz in derselben Weise, nur mit dem Unterschiede, daß hier die ersten Lagen der Striche schon gleich von vorn herein dunkler gemacht werden, und auch für dieselben bei nöthiger Vermehrung der Dunkelheit noch mehrere Lagen über einander gegeben werden können, doch immer so, daß sich die letzte Lage mit der vorher gehenden wieder um ein weniges kreuze, wie in Fig. 16. bemerkt ist.

Bei der Abstufung der Licht- und Schattenflächen ist das dabei nöthige Verfahren der Hauptsache nach von dem vorge-

nannten wenig verschieden, und die erste Lage einer abzustufenden Schattenfläche kann noch in gleicher Stärke angelegt werden, während man jedoch bei der zweiten schon auf das Vermindern der Stärke nach hinten bedacht seyn muß. Bei den Lichtflächen aber ist besonders nöthig, daß schon bei der ersten Lage die Schraffirstriche, indem sie der vordersten Kante näher kommen, immer schwächer werden müssen, wie dies in Fig. 17 angedeutet ist. Bei den Schattenflächen kann man auch die allgemeine Dunkelheit derselben erst durch die erste und zweite Lage gleichmäßig begründen, und hierauf die Abstufung der Dunkelheit durch die folgenden Strichlagen, die man nach hinten zu schwächer werden läßt, hinein zu bringen suchen.

§. 19. Für das Ausschattiren der gebogenen Flächen wird ein ganz ähnliches Verfahren angewendet, nur mit dem Unterschiede, daß hier der Gang der Lage mehr der Krümmung der Fläche gemäß angegeben werden muß, wie dies in der Kugel, Taf. IX. Fig. 10, angedeutet ist. Für die einfach gebogene Fläche, z. B. des Cylinders in Fig. 8, kann man die erste Lage zur Abrundung durch senkrechte Striche andeuten, die sich schon von der höchsten Lichtkante des Cylinders an, allmälig immer dunkler neben einander reihen werden, bis sie am Gränzschatten am, von ihrer größten Dunkelheit aus, wieder nach rechts hin in die durch das zurückstrahlende Licht stark erhellte Gränze bx übergeht.

§. 20. Bei der doppelt gebogenen Fläche in der Kugel Fig. 10 werden sich von der höchsten Lichtstelle derselben nach links und oben hin die kreisförmig umher laufenden Striche allmälig immer mehr verdunkeln, bis sie dicht unterhalb des Gränzschattens adc ihre größte Stärke erreicht haben, worauf sich der Schatten nach unten und seitwärts hin durch die dort eintretenden Reflexe stark erhellt zeigen wird. Diese Abstufung für Cylinder und Kugel wird aber den Schülern am besten an aufgestellten Körpern gezeigt werden können, die zu mehrerer Deutlichkeit der darauf zu beobachtenden Betonung, von weißer Farbe sein

müssen, wozu auf Taf. X., Fig. 18, ein Beispiel gegeben ist, an welchem absichtlich vorerst die Schlagschatten weggelassen sind, um die Anfänger nicht zu verwirren.

Für das Herstellen der Schlagschatten wird ganz das oben angegebene Verfahren beobachtet werden können; auch wäre hier noch anzumerken, daß man an den Stellen, wo die Vorderflächen der Körper auf der Grundlinie aufstehen, diese Trennung durch eine schwache Linie bezeichnen muß, die zwischen dem Ton der Streiflichtfläche und der Dunkelheit der Schattenfläche etwa das Mittel hält, indem die Körper nie so dicht auf einander stehen, daß sich nicht eine geringe Dunkelheit bei dem Zusammentreffen der Flächen bemerklich machen würde.

§. 21. Nun wäre noch für das Schattiren im Ganzen anzumerken, daß die Schüler anzuhalten sind, gleich bei den ersten Versuchen hierin mit Reinheit und Präcision zu arbeiten, damit sie das, was ihnen aufgegeben wird, gleich von vorn herein mit Fleiß und Ausdauer durchführen, und nicht wiederholt vergebliche Versuche gemacht werden müssen. Man leite die Schüler an, mit einer nicht zu spitzen Kreide die Strichlagen weich und gleichmäßig über die Flächen auszubreiten, wobei man sie wiederholt darauf führen muß, daß das Zusammenbringen etwa noch ungleicher Flächen nicht durch öfteres Darüberlegen anderer Strichlagen, sondern nur dadurch erzielt werden könne, daß man die zu licht gebliebenen Stellen durch vorsichtig hinein gelegte Striche so ausfüllt, daß sie als gleichmäßig punktirt erscheinen, wobei denn natürlich bei den gebogenen Flächen auf den allmäligen harmonischen Uebergang aus den Schatten in die Lichter ein besonderes Augenmerk zu richten ist.

§. 22. Wegen der übrigen im Vorstehenden nicht weiter abgehandelten Beleuchtungsfälle, will ich hier nur noch kürzlich anmerken, daß wir drei verschiedene Verhältnisse des leuchtenden Körpers zu dem dunklen Körper, welcher erleuchtet wird, feststellen können, nehmlich: der leuchtende Körper kann kleiner, gleich groß oder größer als der zu beleuchtende Körper sein. Wir bleiben hier,

um, wie oben schon erwähnt wurde, nicht zu weitläuftig werden zu müssen, bei dem zweiten Falle stehen, wo nehmlich das Licht als gleich groß mit dem beleuchteten Körper angenommen wird, indem wir die Lichtstrahlen, wie dies bei der Sonnenbeleuchtung geschieht, als unter sich parallel annehmen. Wir wollen uns aber hier noch etwas mit den anderen von der Sonne geworfenen Schlagschatten beschäftigen, und die drei Arten desselben, die sich nach dem Stande der Sonne richten, betrachten; nehmlich: 1) wenn die Sonne parallel mit der Tafel ist; 2) wenn sie hinter der Tafel stehet, und 3) wenn sie sich vor der Tafel befindet.

§. 23. Den ersten Fall, wenn nehmlich die Sonne dem Zeichner zur Seite stehet, haben wir im Vorhergehenden genugsam betrachtet; wir wollen daher hier nur noch kürzlich eine kleine Andeutung für die beiden anderen Fälle geben.

Für den zweiten Fall, wenn die Sonne hinter der Tafel stehet, kann ihr Stand willkürlich angenommen werden. Auf Taf. X. Fig. 11 a sei H'H'' der Verschwindungspunkt der horizontalen Ebene, und in S stehe das Bild der Sonne; man lasse nun aus S eine senkrechte Linie herab bis auf den Horizont in F, so ist F der Fußpunkt der Sonne, aus welchem alle Schatten von lothrechten Körpern gezogen werden. ab sei eine lothrechte Stange; man ziehe aus F durch a, wo diese Stange auf der horizontalen Ebene aufstehet, eine Linie ac, und aus S, dem Bilde der Sonne, ziehe man durch die Höhe der Stange die Linie bc, so ist ac der Schatten von ab. Da die Sonne als unendlich entfernt von der Tafel angenommen ist, so wird aus S, dem Bilde der Sonne, die Linie SF senkrecht auf den Horizont herab gezogen, und stellt eine Linie vor, welche unendlich weit von uns entfernt ist. Der Punkt F im Horizont liegt ebenfalls in dieser Linie, folglich sind F sowohl als S Punkte, die unendlich entfernt sind. Alle Schlagschatten bilden ein aufrecht stehendes rechtwinkliges Dreieck, wie abc, welches dem Dreieck FSc ähnlich ist. Es sind demnach alle

Linien, welche aus dem Verschwindungspunkte F gezogen werden, unter sich parallel, so wie auch diejenigen, welche aus dem Bilde der Sonne S gezogen sind.

Im dritten Falle, wenn die Sonne vor der Bildfläche, oder hinter dem Zuschauer befindlich ist, so muß man den Punkt annehmen, welcher der Sonne gegenüber steht, der das Nadir der Sonne genannt wird, und ohne welchen die Schatten nicht gezeichnet werden können. Fig. 11 b sei H'H'' wieder der Horizont und S der Punkt, welcher der Sonne gegenüber steht; man ziehe aus S eine Linie senkrecht von dem Horizont in die Höhe bis F, so ist dieser Punkt der Verschwindungspunkt für alle Schlagschatten, welche von lothrechten Körpern geworfen werden, und S stellt die Höhe der Sonne vor. Ist nun ab eine lothrechte Stange, so ziehe man aus a, wo die Stange auf der horizontalen Ebene aufsteht, nach F, und aus b, der Höhe der Stange, ziehe man nach S und schneide die Linie ac in c, so ist ac die Länge des Schattens. Diese hier beigefügten Andeutungen können nun wenigstens zu weiterem Nachdenken über diesen Gegenstand und zum Nachsuchen näherer Belehrungen hierüber die Veranlassung geben, und auch die an einer senkrechten Wand herauf fallenden Schlagschatten der in den beiden eben betrachteten Figuren etwas weiter rechts hin stehenden Stäbe a'b' werden in der genannten Art leicht zu finden sein, wenn man durch den Fußpunkt der betreffenden Linien in a' aus, Richtungslinien bis an die senkrechte Wand in x zieht, von wo dann dieselben senkrecht hinauf steigen, bis sie von dem aus S über b' hinweg gezogenen Sonnenstrahl in c getroffen werden.

Vierte Stufe.

Diese Stufe bildet schon den Uebergang zu den höheren Kunstübungen, indem jetzt die Schüler zu einer zweckmäßigen Benutzung der nun erlangten Darstellungskraft angeleitet werden sollen, und wenn wir bisher hauptsächlich zum Zweck hatten, den Schülern die Fähigkeit zu erwerben, die Gegenstände, wie sie sich eben zeigen, richtig darstellen zu können; so treten jetzt schon andere Rücksichten ein, indem man es nun auf eine geschmackvolle Verbindung der Einzelnheiten zu einem harmonischen Ganzen bei den Schülern anlegen kann, wozu sowohl eine zweckmäßige Auswahl passender Natur- und Kunstgegenstände, als auch das Kopiren gut geordneter und ausgeführter Vorzeichnungen geeignet sein wird.

Mit dem Nachbilden von in Gyps geformten architektonischen Verzierungen und einzelner Theile des menschlichen Körpers, erst in bloßen Umrissen, und dann völlig ausschattirt, wird hier am zweckmäßigsten zu beginnen sein, zwischen welchen Uebungen man öfters gut ausgeführte Zeichnungen, und zwar in verändertem Maßstabe, kopiren lassen kann.

Andere Schüler, und besonders Schülerinnen, die mehr Neigung zur Darstellung von Blumen und landschaftlichen Ansichten zeigen, wird man von den Gypsverzierungen, zum Nachbilden lebender Pflanzen und Blumen übergehen lassen können, wobei gleichfalls mit dem Kopiren guter Vorzeichnungen dieser Art abgewechselt werden kann, wozu man besonders für

gute Baumstudien zu sorgen hat, durch deren Kopiren sich die Schüler eine Manier anzueignen suchen sollen, in welcher sich der eigenthümliche Charakter jeder der verschiedenen Baumgattungen am besten ausdrücken läßt, worauf dann Studien nach der Natur, wo möglich erst nach unbelaubten Aestungen, und dann mit der vollen Laubbekleidung gemacht werden können, an die sich dann das Zeichnen von Thieren u. s. w. passend anreihen läßt.

Das Kopiren gut ausgeführter Zeichnungen wird hier um so mehr nothwendig werden, da jetzt der Sinn der Schüler für geschmackvolle Anordnung und Schönheit der Formen geweckt und ausgebildet werden soll, damit sie nun aus der Natur, durch gute Auswahl und Verbindung einzelner Theile zu einem Ganzen, ihre Aufgaben selbst entnehmen können, um dieselben mit zartem Sinn für Schönheit und Harmonie ausführen zu können.

Man wird dabei mit Vergnügen sehen, wie die in den früheren Stufen erlangte Fertigkeit für die verschiedenste Anwendung sich so trefflich eignet, daß nun jeder Schüler auf das Weitere mit Leichtigkeit und Sicherheit einzugehen wissen wird, und wie sich dabei Alles auf die in den früheren Uebungen dem Schüler schon hinlänglich bekannt gewordenen Grundzüge zurückführen, und mit diesen zu einem Ganzen verbinden lassen wird.

Schüler dieser Stufe wird man in den Klassen, ziemlich unbehindert für die andern, am besten mit dem Kopiren guter Originale beschäftigen können, wobei der Lehrer wohl Zeit findet, ihnen berathend beizustehen. Für einen zweckmäßigen Unterricht auf dieser Stufe wird es aber nöthig werden, daß auch der Lehrer selbst auf dem Gebiete der Kunst nicht ganz fremd sei, damit er nun auch die Schüler auf die höheren Anforderungen, die man an solchen Darstellungen zu machen berechtigt ist, hinzuweisen vermag, und sie auch nöthigenfalls durch eine thätige Nachhülfe zu belehren wisse.

Jetzt wird es auch von größtem Nutzen sein, wenn Schüler, die aus Neigung oder Beruf sich etwas weiter im Fache der Kunst auszubilden gedenken, den umfassenderen Unterricht größerer Kunstschulen und Akademien benutzen können, wo sie nun mit um so größerem Erfolg fortschreiten werden, da sie durch den vorbereitenden Unterricht der früheren Stufen bereits die technischen Schwierigkeiten zu überwinden gelernt haben, und sich bei ihnen nun schon mehr Empfänglichkeit für das zeigen wird, was der eigentliche Zweck dieser höheren Bildungsanstalten für solche sein muß, welche die bildende Kunst nicht zum Fach wählen, und die doch hier nur die vollständigsten Mittel finden können, ihren Sinn für das Schöne in der Kunst auszubilden und zu läutern, oder für den etwanigen Gebrauch in künftigen Berufsgeschäften sich einen guten Geschmack und Reichthum der Ideen zu erwerben, wozu solche Anstalten, bei den umfassenden Mitteln und Kräften, die dort zu Gebote stehen, die trefflichste Gelegenheit darbieten.

Die Anfangsgründe der Perspektive.

§. 1. Eine der ersten Erscheinungen, welche man beim Zeichnen nach der Natur wahrnimmt, ist die, daß Gegenstände von gleicher Größe sich immer mehr zu verkleinern scheinen, je mehr sie von dem Auge entfernt sind. So sehen wir z. B. auf einer langen Straße die entfernt stehenden Menschen viel kleiner als die näheren, und zwar um so mehr, je weiter sie sich von uns entfernt befinden. Um uns aber des Grundes dieser Erscheinung bewußt zu werden, wollen wir hier die ersten perspektivischen Gesetze aus Taf. XI. Fig. 1 zu erklären suchen.

Auf einer horizontalen Grundfläche a b c d, die wir uns als eine Tischplatte vorstellen können, an deren Ende b d der Zeichner steht, dessen Auge sich in der Höhe von A befindet, denken wir uns in gewissen Entfernungen von einander Körper, z. B. Stäbe von gleicher Höhe in 1, 2, 3, 4 aufgerichtet. Von den Endpunkten dieser Gegenstände ziehen sich nun Strahlen nach dem Auge des Zeichners in A hin, wo diese Strahlen in spitzen Winkeln zusammenlaufen, die für die entfernteren Gegenstände eine kleinere, für die näheren eine größere Oeffnung haben. Denkt man sich nun zwischen dem Auge und dem vordersten Gegenstande 1 eine durchsichtige senkrechte Ebene (Glastafel) aufgerichtet, die hier in e f g h angedeutet ist, so wird diese alle in das Auge gehenden Sehstrahlen schneiden, wobei sich ergeben wird, daß die zwischen den Schenkeln der Winkel in i k sich aufrichtenden Linienstücke für die entfernteren Gegen-

stände ein kürzeres, für die näheren ein längeres Maß der Höhe geben werden. Diese Glastafel ist nun ein unentbehrliches Hülfsmittel zur Verdeutlichung der perspektivischen Gesetze, und Alles was links von dieser Tafel liegt, wird sich auf derselben vorstellen lassen, wenn das Auge in einer gewissen Entfernung davon gedacht wird; was aber rechts von derselben auf das Auge zu liegt, kann nicht auf die Zeichnung kommen.

§. 2. Um jedoch die hinter der Glastafel befindlichen Gegenstände bequem überblicken zu können, muß man wenigstens so weit von derselben zurückstehen, daß man von den Enden der Tafel in f und g nach dem Auge hin zwei Linien fA und gA ziehen kann, die als Schenkel einen rechten Winkel einschließen, weil es für den Zeichner unmöglich ist, etwas über diesen Winkel hinaus gelegenes deutlich übersehen zu können, ohne daß sich das Auge bewegen müßte; in welchem Falle dann auch der dem Auge des Zeichners gerade gegenüber gelegene Augpunkt verändert werden würde.

Auge- und Fußpunkt des Zeichners liegen senkrecht übereinander, was hier durch die Linie Anl angedeutet ist, und wir werden also von der Grundlinie der Tafel emh bis zu unserer Standlinie in Anl hin einen solchen Abstandsraum annehmen müssen, daß wir in mn wenigstens die Entfernung gleich der Hälfte der Grundlinie der Tafel em oder mh haben, und wenn schon diese Abstandsweite nicht die vortheilhafteste für eine gute Ansicht der Gegenstände ist, so wollen wir doch, um Verwirrung zu vermeiden, vor der Hand dabei stehen bleiben, indem das Weitere hierüber im §. 19 folgen wird.

§. 3. Denken wir uns nun diese Glastafel, Fig. 2 in efgh, als vor uns aufgerichtet stehen, so wird die Standlinie des Zeichners in die Spitze n des Dreiecks enh fallen, wenn man dies Dreieck bis zu einer gleich horizontalen Lage mit der Oberfläche der Tischplatte, also bis zur gleichen Höhe mit emh herauf geklappt denkt, wo sich dann das Auge des Zeichners senkrecht über n und dem Punkte A gerade gegenüber befinden

muß, wie dies Fig. 1 in A A' deutlicher zu ersehen ist. Man denke sich nun eine durch das Auge des Zeichners gelegte horizontale Fläche, die sich in das Unendliche ausbreitet, so wird dieselbe irgend einen die Aussicht hemmenden Gegenstand durchschneiden, und hier eine horizontale Linie bilden, die der Höhe des Auges gleich ist, und die wir hier auf der Glastafel in Fig. 2 durch H'H'' bezeichnet haben. Diese Linie werden wir künftig die Horizont-Linie nennen. Durch ein horizontal gehaltenes Blatt Papier läßt sich am besten ein Bild dieser gedachten Fläche geben, wenn man dasselbe vor den Augen bis zu einer Höhe erhebt, wo die ganze Breite des Blattes in die Dicke einer bloßen Linie verschwindet. Dieses Blatt läge dann ganz in der durch das Auge gelegt gedachten horizontalen Ebene, und würde, etwas höher oder tiefer gehalten, sogleich eine Untersicht oder Aufsicht gewähren. Denkt man sich nun auch senkrecht durch das Auge gelegt eine ähnliche vertikale Fläche, die sich auch in das Unendliche ausbreitet, und die in der Linie mn die horizontale Grundfläche treffen würde; so wird sich diese vertikale Fläche mit der erstgedachten horizontalen in dem Punkt A schneiden, der dem Auge des Zeichners gerade gegenüber liegt, welchen Punkt wir nun immer den Augpunkt nennen werden, und der sich hier in der Mitte der Horizont-Linie H'H'' befindet. Das Bild dieser vertikalen Fläche verdeutlicht man sich auch am besten durch ein Blatt Papier, das man so vor die Augen hält, daß die Breite desselben zu einer Linie verschwindet.

§. 4. Alle Flächen, die mit vorgenannten horizontalen und vertikalen Flächen parallel laufen, werden auf der Zeichnung in den Verschwindungslinien der beiden ersteren sich zusammen neigen müssen, und man wird sich dies am anschaulichsten machen können, wenn man sich mitten in eine lange mit ziemlich gleich hohen Bäumen an den Seiten besetzte Landstraße stellt (siehe z. B. Fig. 3), wo sich dann in dem in weiter Ferne gedachten Augpunkt A, oder in dem Durchschnitt der durch das Auge gelegten horizontalen und vertikalen Flächen, alle sich in

das Bild hinein erstreckenden Linien zusammen zu neigen scheinen, so daß die lange Bodenfläche der Straße eAh und das durch die Wipfel der Bäume begränzte Stück blauer Luft fAg, sich ersteres herauf, letzteres herab zu neigen scheint, wie denn auch die Seitenwände der beiden Baumreihen eAf und hAg sich von rechts und links nach der Mitte zusammen neigen werden.

Ständen also die in Fig. 1 angegebenen vier Stäbe in einer gleichen Reihe in der Mitte des Bildes (siehe 1, 2, 3, 4 in Fig. 3), so würden sie in der Vertikal-Fläche stehen, und die Bilder dieser Körper würden, als übereinanderstehend, in einer senkrechten Linie auf der Tafel erscheinen, wobei sich blos die verschiedenen Höhen der einzelnen Körper bemerkbar machen könnten (vergleiche Fig. 1 ik); stehen sie aber so, daß sie sich zwar mit der Vertikal-Fläche parallel, aber mehr rechts oder links von derselben befinden, wie hier die Stäbe in a b c d, oder wie die Baumstämme an den beiden Seiten, so werden sie sich auch einzeln mit abnehmenden Zwischenräumen zeigen müssen, und die mehr oder minder verkürzte Größe solcher an sich gleichen Zwischenräume bei ihrem Zurückweichen, wird sich dann nach der Abstandsweite des Zeichners von der Tafel bestimmen lassen, worüber das Nähere im §. 9 zu ersehen ist.

Es stellt sich uns also aus dem Bisherigen fest, daß alle in die Tiefe des Bildes hinein sich erstreckenden Linien, welche unter sich geometrisch parallel sind, nun dadurch auch perspektivisch parallel werden, daß sie sich in denselben Verschwindungspunkt zusammenziehen, und daß dieser Vereinigungspunkt für solche Parallel-Linien, die in einem rechten Winkel auf die Grundlinie stoßen, in dem Augpunkte zu finden ist.

§. 5. Nun würden wir ferner zu merken haben, daß alle senk- und wagerechten Linien, die in einer Ebene liegen, welche parallel mit der Glastafel ist, auch immer unter sich geometrisch parallel bleiben müssen, wie weit sie auch von der Tafel zurückliegen mögen, und daß sie nur hinsichtlich ihrer

Länge (bei übrigens gleicher geometrischer Größe) im Zurückliegen eine Veränderung erleiden. Um aber die veränderten Längenmaße solcher Linien richtig bestimmen zu können, wollen wir uns nun Fig. 4 deutlich zu machen suchen.

§. 6. Wenn parallele Linien von parallelen Linien geschnitten werden, so sind die abgeschnittenen Theile einander gleich. Es sei in Fig. 4 lm parallel mit dem Horizonte; zieht man nun lA und mA, so sind alle Linien, welche zwischen diesen beiden Linien liegen und parallel mit lm sind, einander gleich; wie lm gleich no gleich pq gleich rs. Nimmt man nun auf der Grundlinie eh einen Maßstab von 4 Fuß in a4 an, und man will wissen, wie groß die Linie rf sei, so ziehe man zu diesem Ende 1, 2, 3, 4 nach irgend einem Punkte in dem Horizont, z. B. nach x, verlängere rf bis sie das Dreieck des perspektivischen Maßstabes ex4 in tu schneidet, und messe mit diesem auch 4 Fuß langen Maßstabe tu die Linie rf, wo wir dann finden werden, daß dieselbe 3 Fuß lang ist. Es ist also ut der Maßstab für die Linie rf, so wie vw der Maßstab für no u. s. w. ist. Der Punkt x wird der Theilungspunkt genannt, weil durch denselben alle Parallel-Linien mit der Grundlinie ch in gleiche Theile getheilt werden; dieser Theilungspunkt kann in der Horizont-Linie angenommen werden, wo man es am bequemsten findet.

§. 7. Ein gleiches Hülfsmittel kann man auch für die mehr oder weniger tief in das Bild hinein stehenden senkrechten Linien anwenden, wie dies hier bei den Fig. 4 in 1', 2' und 3' aufgerichteten Stäben zu ersehen ist. Man darf nur, um solche Linien zu messen, den Maßstab a 4 auf die senkrechte Linie h 4 antragen, und dann die Punkte h 1, 2, 3, 4 nach irgend einem Punkte in der Horizont-Linie, z. B. nach z hinziehen; so kann man an diesem Maßstab alle Höhen senkrechter Linien im Bilde messen, wenn man von deren Fußpunkt aus wagerecht fort bis an den Strahl hz zieht, und hier eine senkrechte Linie aufrichtet. Sollen hier diese drei Stäbe, jeder zu

4 Fuß Höhe, in gewissen Entfernungen von einander aufgerichtet werden, so zieht man aus den gegebenen Fußpunkten derselben 1′, 2′, 3′ nach rechts hin wagerecht bis an die Linie hz fort, und errichtet von dieser Linie aus bis an den Strahl 4z herauf senkrechte Linien, welche dann das verkürzte Maß der Stäbe angeben werden.

§. 8. Ehe wir aber weiter gehen, wollen wir uns noch einmal die im Vorstehenden enthaltenen perspektivischen Regeln zusammenstellen, wo wir fanden, daß der Augpunkt A immer dem Auge des Zeichners gerade gegenüber, also in gleicher Höhe mit demselben liegen muß (siehe Fig. 1 A A′), und daß wir eine wagerecht durch diesen Punkt gelegte Linie die Horizont-Linie nannten (siehe Fig. 2 II′AH″); daß ferner alle rechtwinklig von der Grundlinie in das Bild hineinliegenden Linien immer in diesen Augpunkt zusammenlaufen müssen, wodurch dann solche unter sich geometrisch parallelen Linien, perspektivisch-parallel werden (siehe Fig. 3); und daß alle zwischen zwei solchen Linien wagerecht gelegte oder senkrecht aufgestellte Linienstücke, je nach ihrer Entfernung von der Tafelfläche in das Bild hineinwärts, ihrer richtigen Verkürzung nach durch dieselben bestimmt wurden, ohne dadurch in ihrer senk- oder wagerechten Richtung eine Veränderung zu erleiden. (Siehe Fig. 4.)

§. 9. Jetzt wollen wir auch Linien, die in den Augpunkt A laufen, die also einen rechten Winkel mit der Grundlinie bilden, messen oder nach einem bestimmten Maßstabe abschneiden lernen, wobei uns Fig. 5 zur Verdeutlichung dienen soll.

Es sei eh die Grundlinie, und H′H″ die Horizont-Linie, in deren Mitte der Augpunkt A liegt. Der Abstand des Zeichners von der Tafel, oder von der Grundlinie derselben in eh, sei gleich em, der Hälfte der Grundlinie eh (siehe Fig. 1 mn und zurück §. 2), und wir tragen diese Abstandsweite von A nach rechts und links hin auf der Horizont-Linie fort, wodurch wir die Punkte H′H″ gewinnen, die wir nun ins künftige die Distanz-Punkte

nennen wollen, weil durch sie die Abstandsweite des Zeichners von der Tafel angedeutet wird.

Wenn hier aA die Linie ist, von welcher mehrere Fuße nach ihrer richtigen Verkürzung abgeschnitten werden sollen, so trage man den Maßstab auf die Grundlinie aus a nach 1, 2, 3, 4 fort, und ziehe von diesen Punkten nach dem Distanz-Punkt H'; so wird ab gleich a1 ein verkürzter Fuß sein, desgleichen bc gleich 1, 2 u. s. w. Wenn also hier ae gleich a4 ist, so ist 4e die Diagonale eines Quadrates von 4 Fuß, und diese Bestimmung der verkürzten Breite eines Quadrats durch die nach dem Distanz-Punkt gezogene Diagonale wird sich in vielen Fällen mit Vortheil anwenden lassen.

Ferner soll von der Linie aA ein größeres Maß als a4 ist, z. B. 8 Fuß abgeschnitten werden, und man könnte den Maßstab auf der Grundlinie e4 nicht gut weiter hinaussetzen, so ziehe man die wagerechte Linie cf, bis sie in f die Linie A4 schneidet, so ist cf auch 4 Fuß lang. Nun ziehe man aus f nach H' eine Linie, bis sie die Linie aA in g schneidet, so ist eg auch 4 Fuß, folglich ag nur 8 Fuß lang. Hat man mehr Fuße abzutragen, so kann man dieses so oft wiederholen, bis die erlangte Anzahl von Fußen erreicht ist. (Siehe ki u. s. w.) Man kann auch aus a nach H'' ziehen und 4A in f schneiden; desgleichen aus f nach H' eine Linie ziehen, bis diese aA in g schneidet u. s. w. Diese Punkte H'H'' sind demnach die Theilungspunkte für alle Linien, welche in den Augpunkt laufen, und werden auch, wie oben erwähnt, Distanz-Punkte genannt, weil die Räume AH' und AH'' gleich dem Abstande des Zeichners von der Tafel sind.

§. 10. Wir finden also hier ein Mittel, Quadrate von verschiedenen Größen, dem angenommenen Maßstab gemäß, auf jeder beliebigen Stelle der Grundfläche von der Tafel in das Bild hineinwärts zu bestimmen, und würde man sich die ganze horizontale Grundfläche des Bildraumes, Damenbrett ähnlich, in Fuß große Quadrate perspektivisch eingetheilt zeichnen,

so könnte man schon so mannigfaltige Gegenstände, ihrem richtigen Abstandsraum und ihrer demgemäßen Verkleinerung nach, in den perspektivischen Grundriß bringen, indem man zu größeren Quadraten oder Rechtecken nur immer die gehörige Anzahl von Fuß großen Quadraten oder von bestimmten Theilen derselben hinzu nähme.

§. 11. In solche Quadrate wird es nun leicht werden, auch andere Figuren hinein zu zeichnen, und wollte man z. B. in ein solches Quadrat den Grundriß eines über Eck gesehenen Würfels perspektivisch hinein setzen, so braucht man nur in Fig. 5 die Grundlinie des perspektivischen Quadrats 1″o″ in q zu theilen, und von q nach dem Augpunkt A hin zu ziehen, welche Linie dann von der Diagonale des Quadrats in B″ geschnitten würde, durch welchen Punkt man parallel mit 1″o″ bis an die aus 1″ und o″ nach A gezogenen Strahlen in 1′o′ zieht, worauf man nur die Punkte q, 1′, v, o′ durch Linien verbindet, durch welche sich nun der perspektivische Grundriß des in B′ befindlichen geometrischen Grundrisses eines Würfels herstellen lassen wird, wobei wir bemerken werden, daß die parallelen Seiten desselben in qo und vl sich oben bei B″ nach dem Distanz-Punkt links in H″ zusammenneigen werden (siehe daselbst ql′ und o′v), was gleichfalls bei den Linien qo′ und 1′v nach H″ hin statt finden wird. Die Distanz-Punkte werden also immer für die Vereinigungspunkte der Seitengränzen über Eck gesehener Quadrate gelten können, wenn deren mittlerer Durchschnitt von Eck zu Eck in lo, parallel mit der Grundlinie bleibt.

§. 12. Auf ähnliche Weise werden wir auch mit Hülfe des Grundrisses andere regelmäßige Vielecke perspektivisch bestimmen können, wie hier in dem Beispiel eines Sechsecks in Fig. C angedeutet ist, wo man nur die vier gleichen Theile der Grundlinie r s in C″ auf der perspektivischen Grundlinie r″s″ in C″ antragen, und dann im Uebrigen nach der in Fig. B angedeuteten Weise verfahren kann.

§. 13. Durch gleiche Hülfsmittel werden wir nun auch den verkürzten Kreis herzustellen suchen, indem wir uns denselben im geometrischen Grundrisse in ein Quadrat efgi auf Taf. XII. Fig. 6 eingeschlossen denken, aus dessen mittelst des Durchschnitts der Diagonalen gefundenen Mitte, der Kreis geschlagen wird. Da wo die Kreislinie sich mit den Diagonalen in den Punkten l schneidet, werden senkrechte Linien herauf bis an die Linie ef gezogen, und die Eintheilung dieser Linien wird nun auf die vordere Linie des Quadrats im perspektivischen Grundrisse übertragen, wenn diese nicht schon, wie hier in ef, mit derselben zusammenfällt, und diese Eintheilungspunkte in e, m, n, o, f werden nun nach dem Augpunkte A gezogen, worauf denn die nach den Distanz-Punkten gezogenen Diagonalen fH' und eH'' die letztgenannten Linien durchschneiden, und so in n, n', n, n' und l', l, l', l die Punkte angegeben werden, durch welche man den verkürzten Kreis beschreibt.

§. 14. Wenn ein solcher Kreis seitwärts aufrecht stehend gezeichnet werden soll, so daß die Fläche desselben parallel mit der Vertikal-Fläche liegt, und sie also rechtwinklig auf die Tafel stößt; so trägt man nur die Punkte des ersten Quadrats emnof senkrecht auf die Linie h'H'' in h'mno herauf, und zieht diese Punkte nach dem Augpunkte A hin, worauf man die Zeichnung herumkehren kann, so daß h'H'' die Grundlinie und xA die Horizont-Linie wird, in welcher dann A der Augpunkt und x der nach links angesetzte Distanz-Punkt sein wird, worauf man dann ganz wie bei dem vorigen Kreise verfährt, indem man von k nach x die Diagonale des perspektivischen Quadrats zieht, welche die Strahlen zA, m'A, n'A, o'A, kA in ln schneidet, von welchen Punkten aus man durch wagerecht hinüber gezogene Hülfslinien die übrigen Punkte des Kreises leicht finden wird, wie dies in der betreffenden Figur angedeutet ist.

§. 15. Wir haben nun in dem Bisherigen ein Mittel gefunden, die in Quadrate einzuschließenden Figuren auf jede

beliebige Stelle der Grundfläche perspektivisch hinein zu tragen: sind aber rechteckige Körper so über Eck zu sehen, daß nicht wie hier in Fig. 5 B ein von Eck zu Eck gelegter Durchschnitt l o mit der Grundlinie parallel läuft; so werden wir für solche Körper nach beiden Seiten hin Punkte bestimmen müssen, in welche die gleichlaufenden Gränzlinien derselben verschwinden, und diese Punkte werden in der Horizont-Linie liegen müssen, wenn die betreffenden Flächen in einer horizontalen Ebene liegen, weil alle dergleichen Ebenen in der Horizont-Linie verschwinden, wie wir dies schon in §. 4 betrachteten. Solche Punkte werden nun zufällige oder Accidental-Punkte genannt, weil sich ihre Stellung nach den Graden der Abweichungswinkel der betreffenden Linien von der Grundlinie bestimmt; da aber ihre genauere perspektivische Bestimmung nach den Graden dieser Abweichungswinkel von der Grundlinie hier nicht gelehrt werden kann, indem eine solche Erklärung die Gränzen dieses Aufsatzes weit überschreiten müßte, so will ich hier dem Anfänger doch für solche Fälle etwas Brauchbares an die Hand geben, indem ich ein Beispiel dieser Art in Fig. 6 B nach dem geometrischen Grundriß in Perspektive bringen werde.

Wir sehen hier das Rechteck a b c d im geometrischen Grundriß, und wollen nun dasselbe als heraufgeklappt und in die Grundfläche des Bildes hineingelegt zeichnen. Der Punkt a stößt bereits in der gehörigen Stelle an die Grundlinie, und fällt also mit a' zusammen. Die Punkte b, c und d aber müssen senkrecht herauf bis in die Punkte p q r verlängert werden, von wo sie dann in dem Augpunkt A zusammenlaufen. Der Abstand dieser Punkte b c d von der Grundlinie wird nun perspektivisch nach §. 9 bestimmt, indem man den Abstandsraum der Punkte p b von p aus wagerecht bis nach x fortträgt, und durch einen von diesen Punkten aus nach H' gezogenen Strahl die Linie pA in b' schneidet, wo dann der Punkt b perspektivisch bestimmt ist. Eben so wird man die Weite q c, von q nach h forttragen, und von hier nach dem Distanz-Punkt H' ziehen, bis diese Linie qA in c' schneidet, wodurch dann auch

der Punkt c perspektivisch bestimmt sein wird, worauf man die Weite r d von r nach y anträgt, und von hier wieder nach dem Distanz-Punkt II′ ziehend die Linie r A in d′ schneidet, worauf man die gefundenen Punkte zu dem perspektivischen Rechteck a′b′c′d′ verbindet.

Die parallelen Seiten a′b′ und c′d′ würden nun in den Punkt D′ in der Horizontlinie zusammenlaufen; eben so die Linie a′d′ und b′c′ in D″, und jede andere irgendwo im Bilde befindliche Linie, die in demselben Winkel von der Tafel in das Bild hinein abweicht, wird sich, als perspektivisch parallel mit den eben genannten, nach dem gleichen Verschwindungspunkt hinziehen müssen.

§. 16. Nun wird das Aufrichten senkrecht stehender Körper auf dergleichen perspektivisch gezeichnete Grundrisse ohne Schwierigkeit vorgenommen werden können, indem man nur die verlangten Maße der senkrechten Höhen der Körper (siehe §. 7) über die betreffenden Punkte heraufträgt, worauf man bei den über dem Augpunkt gelegenen Flächen ganz so wie bei den im Grundriß angegebenen verfährt, wozu hier in Fig. 7 und 8 einige Beispiele folgen.

Wir wollen uns hier in Fig. 7 eines bestimmten Maßes bedienen, und daher die Horizont-Linie a H′ als 5 Fuß hoch bezeichnen. Der rechts stehende rechteckige Körper sei ein Cubus von 3 Fuß, und stehe mit seinen beiden uns zugekehrten Seitenflächen so gewendet, daß jede derselben von der Tafelebene um die Hälfte eines rechten Winkels (also = 45°) zurückweicht, wo sich dann die Verschwindungspunkte der paralllelen Linien nach rechts und links hin in den Distanz-Punkten II′ H″ zusammen vereinigen müssen, wie wir dies bereits in §. 11 sahen. Um die Größe des perspektivischen Grundrisses genau zu bestimmen, zeichne man denselben erst geometrisch unter die Grundlinie, ähnlich wie Taf. XI. in Fig. 5 B geschehen ist, setze die Punkte l o senkrecht an die Grundlinie herauf, und ziehe nun die Punkte l″ q o″ in Taf. XII. Fig. 7 nach dem Augpunkt A.

Man trage die Länge l″q auf die Grundlinie links fort, von l″ nach z hin, und ziehe von hier nach dem Distanz-Punkt H″, wo dann die Linie l″ A in r geschnitten wird; von r ziehe man wagerecht herüber bis an die aus o″ nach A gezogene Linie in t, worauf man von t nach H′ und von r nach H″ hin den Grundriß in u vervollständigt. Nun errichte man auf den vier Punkten des perspektivischen Grundrisses in q r u t, senkrechte Linien, deren vorderste in q v 3 Fuß hoch gemacht wird. Von v ziehe man rechts und links nach den Distanz-Punkten, bis man die auf r und t errichteten senkrechten Linien in w und x schneidet, von welchen Punkten aus man dann wieder nach den entgegengesetzten Distanz-Punkten zieht, um durch den Schnitt dieser beiden Linien in y, die Höhe von u y zu bestimmen.

§. 17. Der Grundriß des links vom Augpunkt stehenden Cylinders in Fig. 7 wird nun ganz so wie der liegende perspektivische Kreis in Fig. 6. gezeichnet, und aus dem Punkt n eine senkrechte Linie errichtet, welcher man in n n′ die erforderliche Höhe von 7 Fuß giebt, worauf man durch n′ eine wagerechte von gleicher Länge mit der Grundlinie a s in e f zieht, und die Punkte e r′ n′ s′ f in den Augpunkt A zieht. Von f ziehe man die Diagonale des perspektivischen Quadrats nach H′ und bestimme durch die so gefundenen Hülfspunkte das umschließende Quadrat e f g h, und in demselben durch die Punkte l′ n′ den perspektivischen Kreis der Oberfläche. Hierauf verbinde man die seitwärts am meisten vortretenden Punkte der perspektivischen Kreise durch die senkrechten Linien l l′ und n n′ zu den Seitengränzen des Cylinders.

§. 18. In Fig. 8 b sehen wir im geometrischen Grundriß eine Aufstellung von sechs rechteckigen Säulen, die um einen Cylinder her stehen, auf welchen wir eine Kugel stellen wollen. Das Ganze ist von einem Quadrat umgeben, welches zwei große Kreise einschließt, deren ersten wir nach Anleitung der vorhergehenden Figuren leicht in den perspektivischen Grund-

riß bringen können, wie wir denn auch für den diesem zunächst gelegenen Kreis die Diagonalen des perspektivischen Quadrats in 8 a zur Bestimmung der übrigen Hülfspunkte brauchen werden, wenn wir von den betreffenden Punkten im geometrischen Grundriß aus senkrecht bis an die Grundlinie herauf, und von da nach dem Augpunkt hinziehen, wo dann der Durchschnitt dieser Linien mit den Diagonalen des perspektivischen Quadrats die richtigen Hülfspunkte angeben wird, wie hier z. B. an dem Punkt f in 8 b zu ersehen ist, von dem wir senkrecht herauf bis an die Grundlinie in g gezogen haben, von wo wir die Linie nach dem Augpunkt A fortsetzten und im perspektivischen Quadrat die Diagonale ad' in h' schnitten, wo sich dann der Punkt f perspektivisch finden wird, worauf man hernach alle übrige Hülfspunkte des perspektivischen Kreises in gleicher Weise auffinden können wird.

In der Mitte der Kreise wäre noch das kleine Quadrat e perspektivisch hineinzutragen, indem man die Seiten desselben, ik und lm, senkrecht herauf bis an die Grundlinie in no verlängert, und von hier nach dem Augpunkt A zieht, wo dann der Durchschnitt dieser Linien mit den oberen Diagonalen in i'k'l'm' das perspektivische Quadrat bildet, welches den Grundriß des Cylinders einschließt. Man stelle nun in 8 b die sechs Quadrate gleichmäßig zwischen den beiden Kreisen umher, welche die Breite ihres Grundrisses angeben, und ziehe von allen Ecken derselben senkrechte Linien bis an die Grundlinie ab herauf, von wo man sämmtliche so gewonnene Punkte nach dem Augpunkt A hinzieht, worauf man dann in den Stellen, wo diese Linien die perspektivischen Kreise treffen, die nöthigen Punkte nachsucht, in welche man die perspektivischen Grundrisse der sechs Säulen hineinzeichnen kann.

Um beim Aufrichten dieser Körper das Aufsuchen der sich vermindernden Höhen der senkrechten Linien zu erleichtern, trage man sich zur Seite rechts der Fig. 8 a die Höhe der Säulen in einen perspektivischen Höhenmesser 1 A 2, nach der bei Fig. 47 gegebenen Anleitung, herauf, und ziehe nun von allen

Punkten des perspektivischen Grundrisses, auf welchen senkrechte Linien von gleicher Höhe mit 1, 2 errichtet werden sollen, bis an den Strahl 1 A wagerecht fort, und errichte in diesen Punkten senkrechte Linien bis an den Strahl 2 A, die dann das richtig verkürzte Höhenmaß für jede der gesuchten Linien geben werden. Siehe hierzu ein paar Beispiele in 3, 3, 3, 4, 4, 4 u. s. w.

Auf ähnliche Weise wird man sich nun Aufgaben dieser Art bei einigem Nachdenken ohne Schwierigkeit lösen können, wozu man sich freilich anfangs der etwas umständlichen Vorrichtung des Aufzeichnens mittelst des Grundrisses bedienen muß. Es wird aber hierdurch dem so vorbereiteten Zeichner ein weiteres Studium der Perspektive in den größeren hierüber vorhandenen Werken leicht zugänglich werden, wozu ihm besonders „Hummel's freie Perspektive" große Vortheile an die Hand geben wird.

§. 19. Nun wollen wir uns aber noch etwas über den Abstand des Zeichners von der Tafel merken, nachdem wir früher schon sahen, daß hierbei der Hauptgrundsatz der ist: daß man nie mehr auf eine Zeichnung bringen darf, als sich auf einmal deutlich übersehen läßt, d. h. in einem geraden Blick, ohne den Kopf zu wenden; denn dreht man das Gesicht nach einer anderen Seite hin, so entstehen mehrere Augpunkte, und das Bild kann nicht mehr auf der geraden Fläche vorgestellt werden, da es zu einem Panorama wird. Wir haben in §. 2 gezeigt, daß die äußersten Gränzen des deutlichen Sehens einen Winkel von 90° einschließen, indem man nehmlich aus dem Auge, welches gerade vor sich hin sieht, einen rechten Winkel zieht, dessen beide Schenkel die Tafel oder dasjenige einschließen, was gezeichnet werden soll. Was außer diesen beiden Linien liegt, kann nicht mehr deutlich gesehen werden, ohne daß das Auge nach der Seite abgewendet wird. Dieses angenommen, mußte die Entfernung des Auges von der Tafel, der Hälfte des Bildes gleich sein, und dasselbe würde auch von solchen Bildern gelten, die höher als breit sind, indem auch hier die äußer-

sten Gränzen nach oben und unten, den Winkel von 90° nicht übersteigen dürfen, und es würde dann der Abstand des Auges von der Tafel gleich der Hälfte der Höhe derselben sein. Dies ist aber die kürzeste Distanz, welche nur im Nothfalle angenommen werden kann, weil sich hier schon an den Enden der Tafel die Figuren sehr auseinanderziehen, und unförmlich werden. Nimmt man aber die längste Seite der Zeichnung zum Abstande, so zeigt sich Alles weit vortheilhafter, wie man bei gemachten Versuchen dieser Art bald sehen wird.

Ist also die kürzeste Entfernung des Auges von der Tafel gleich der Hälfte der größten Seite der Zeichnung, so wird der weiteste Abstand dreimal so lang, als die genannte Seite desselben sein können; das Mittelmaß würde es demnach sein, wenn man zum Abstand die größte Seite der Zeichnung ein-einhalbmal annähme. Auch die Diagonale des ganzen Bildes kann zur Distanz angesetzt werden, wodurch sich eine gute Ansicht der Gegenstände ergiebt.

§. 20. Wir nehmen also bei solchen perspektivischen Zeichnungen die Glastafel und unser vorliegendes Papier immer als gleichbedeutend an, indem wir uns auf dieser senkrecht stehend gedachten Ebene alle Sehstrahlen, die sich von den Gränzen der dahinter gelegenen Gegenstände nach dem Auge ziehen, aufgefangen denken, wobei dann jeder Durchschnitt eines solchen Strahls mit der Tafel oder der Papierfläche, nun auch auf dieser das Bild des betreffenden Punktes zurücklassen muß, wodurch auf dem Papier eine Zeichnung entsteht, wie dieselbe auf der Glastafel erscheinen würde, wenn man mit unverrücktem Auge alle Gränzlinien der hinter derselben liegenden Gegenstände so darauf zeichnete, daß die Centuren die Gränzen der Figuren vollkommen deckten.

Wir können uns hierbei auch unser Papier als eine gleich große Fensteröffnung in einer Wand denken, durch welche wir denjenigen Theil der Aussicht, den wir auf unsere Zeichnung bringen wollen, bequem übersehen können. Da man aber von

einer solchen Oeffnung bald weiter zurück, bald näher an dieselbe herantreten kann, so würde man auch, diesem Abstande gemäß, bald einen größeren, bald einen geringeren Theil der davorliegenden Gegenstände übersehen können, indem die Aussicht immer beschränkter werden müßte, je weiter man von derselben zurückträte, wogegen sie sich immer erweitern würde, je mehr man sich der Oeffnung näherte. Stände man nun endlich mit dem Auge nur so weit von der Oeffnung ab, als die längste Seite derselben groß wäre, so würde man in dieser Stellung Alles, was alsdann von der Aussicht sichtbar bliebe, bequem auf eine gleich große Tafel oder Netzeintheilung bringen können, worauf man die Zeichnung in einem beliebig verkleinerten Maßstab auf das Papier übertragen könnte.

Druckfehler.

Bei der großen Beeilung des Drucks sind einige Stellen ausgelassen worden, welche man gütigst nachzutragen bittet.

Seite 5 Zeile 13 von oben statt: erbaut werden könne, daß auch ꝛc. lies: erbaut werden könne, und ich wünsche nur, daß auch ꝛc.

Seite 89 Zeile 6 von unten hinter: in die feinste Linie verliert, ist nachzutragen: Noch wäre anzudeuten, daß hier, wie in allen ähnlichen Fällen, die Breite der umgränzenden Schattenlinien nur aus einer der Flächen, hier z. B. aus der zurückweichenden Fläche des oberen drei Würfel langen Körpers, genommen werden muß, wo dann also die Bezeichnung der vollen Stärke an den senkrechten Säulen und an dem oben stehenden Würfel beim Zusammentreffen mit erstgenannter Fläche ausbleiben muß.

Berlin, gedruckt bei A. W. Hayn.

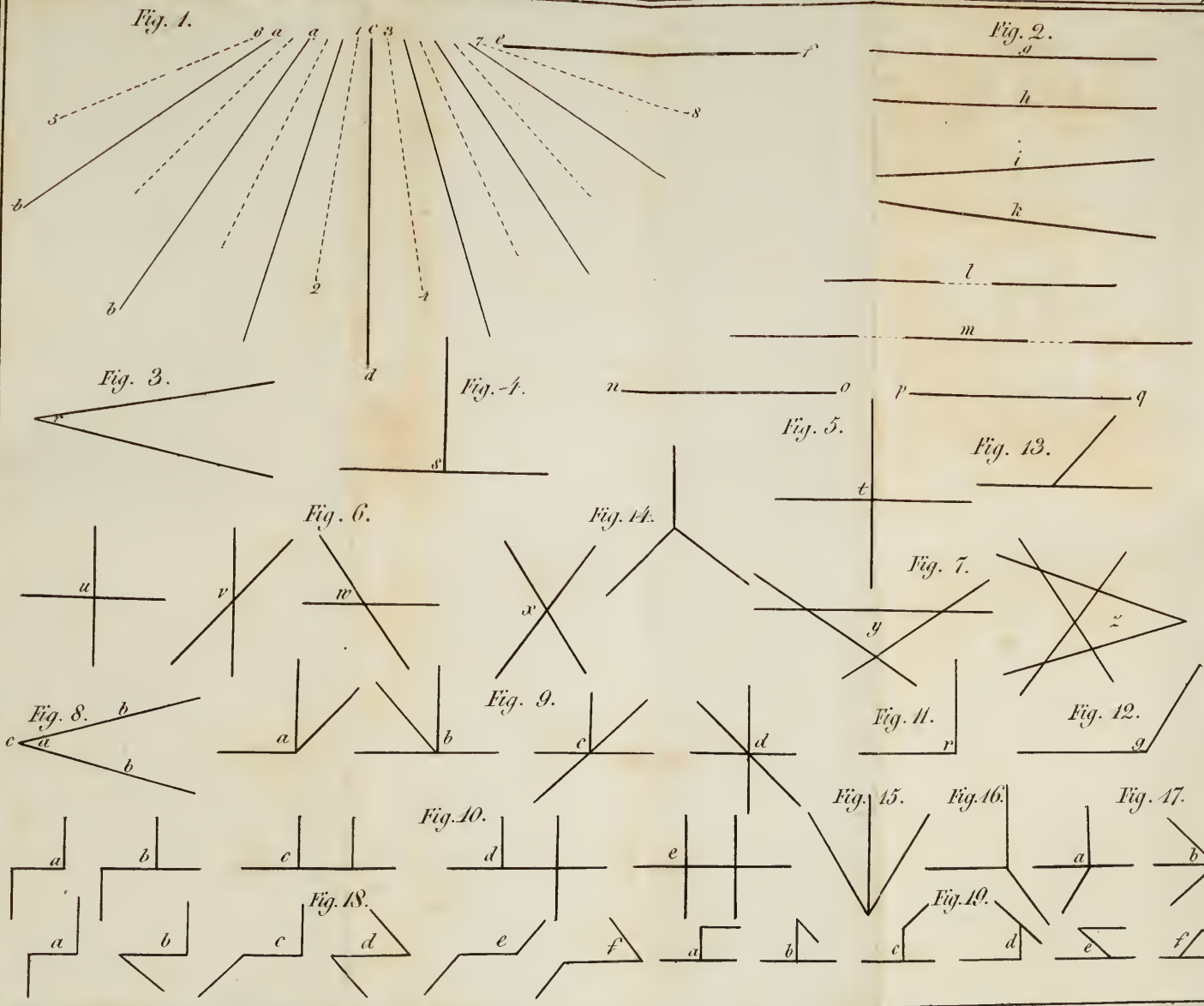


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.

Fig. 20.

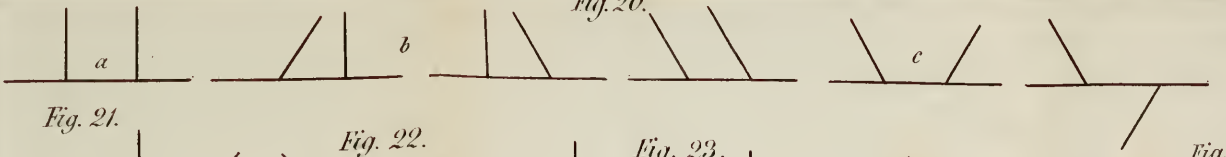


Fig. 21.

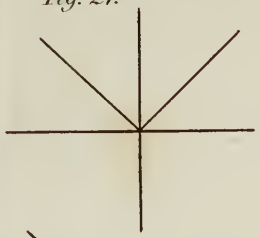


Fig. 22.

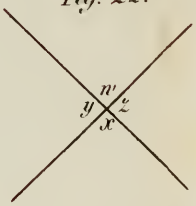


Fig. 23.

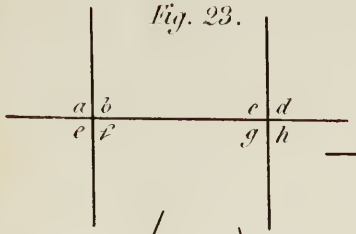


Fig. 24.

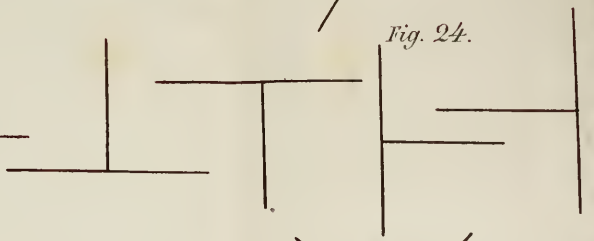


Fig. 25.

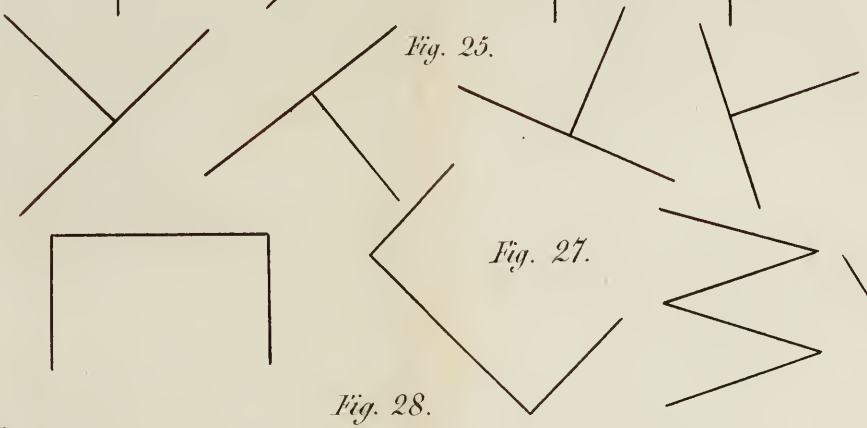


Fig. 26.

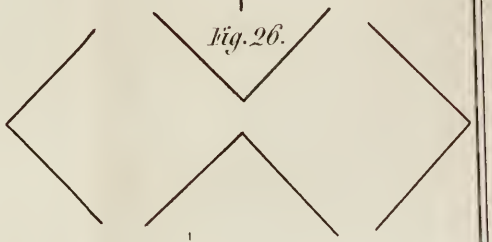


Fig. 27.

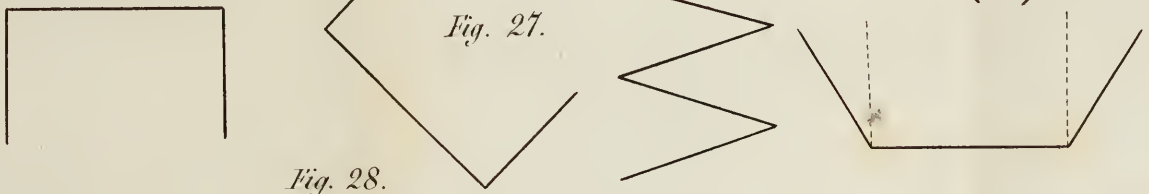


Fig. 28.

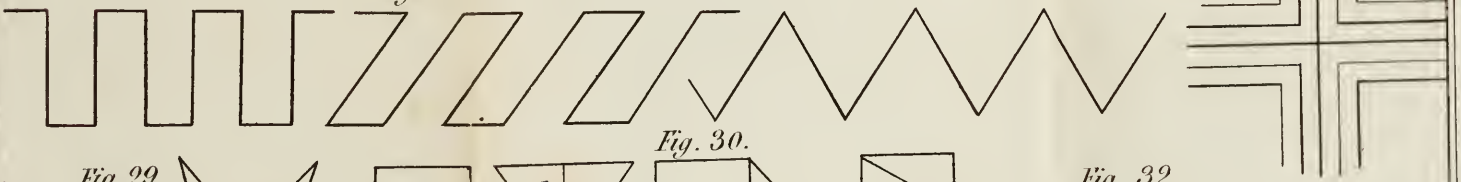


Fig. 29.

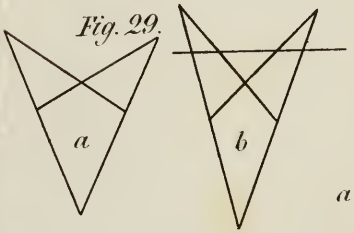


Fig. 30.

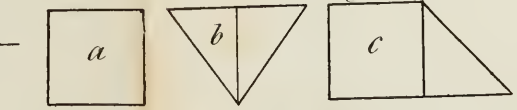


Fig. 31.

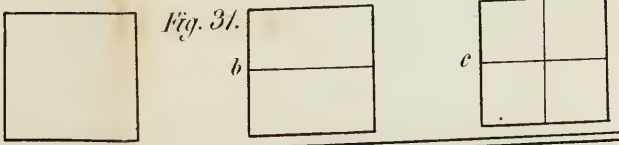


Fig. 32.

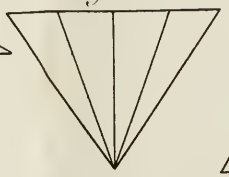


Fig. 33.

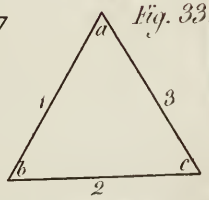


Fig. 34.

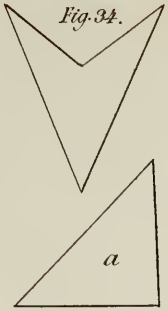


Fig. 35.

Fig. 36.

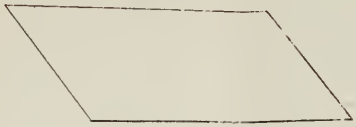


Fig. 38.

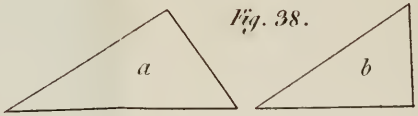


Fig. 37.

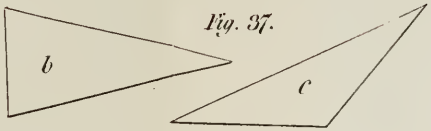


Fig. 39.

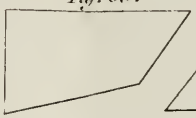


Fig. 40.

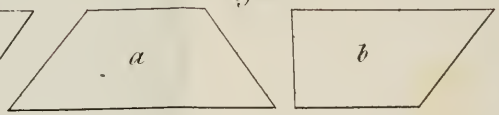
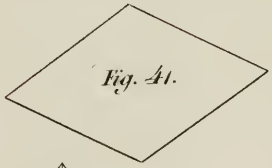


Fig. 41.



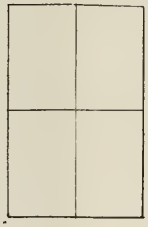
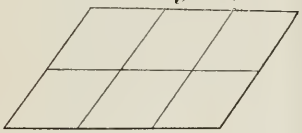
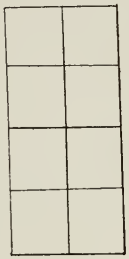


Fig. 42.





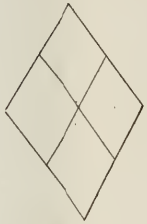
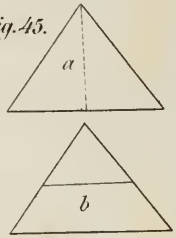


Fig. 45.



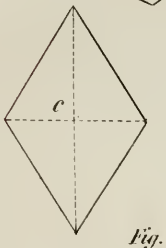


Fig. 43.

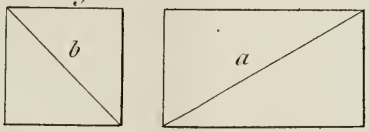


Fig. 44.

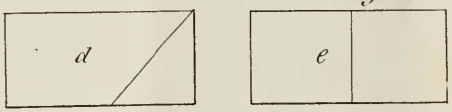


Fig. 46.

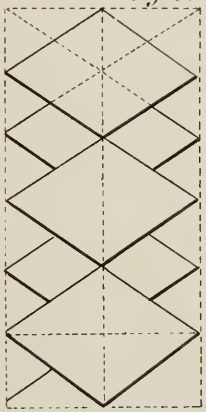


Fig. 47.

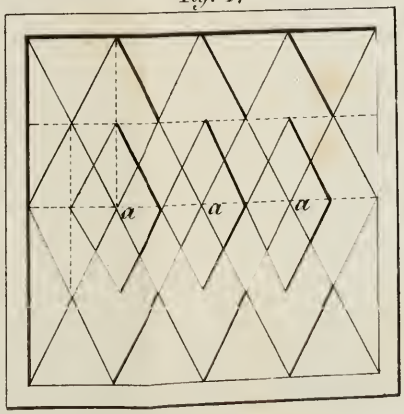


Fig. 48.

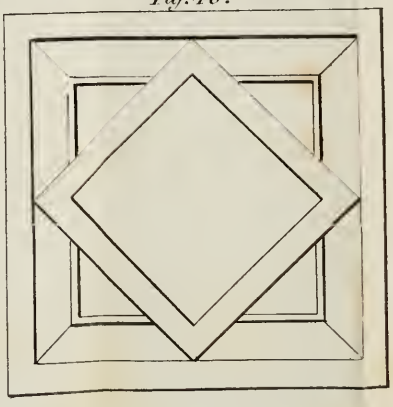


Fig. 49.

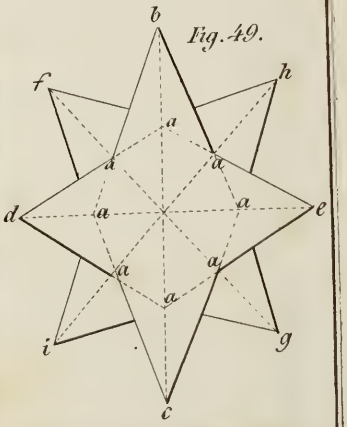


Fig. 50.

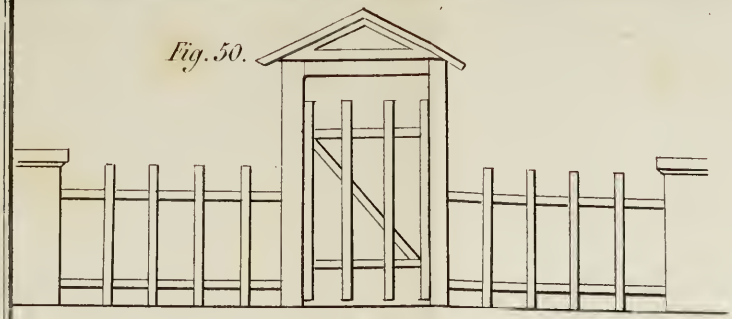


Fig. 51.

Fig. 52.

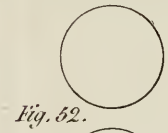


Fig. 53.

Fig. 54.

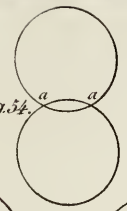


Fig. 59.

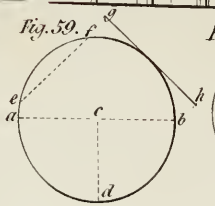


Fig. 55.

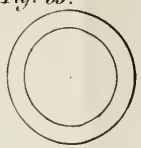


Fig. 56.

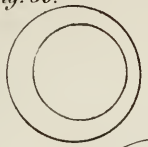


Fig. 57.

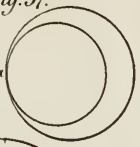


Fig. 58.

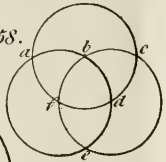


Fig. 61.

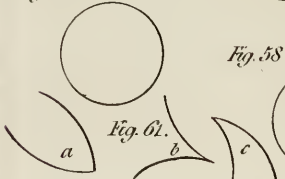


Fig. 62.

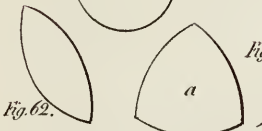


Fig. 63.

Fig. 60.

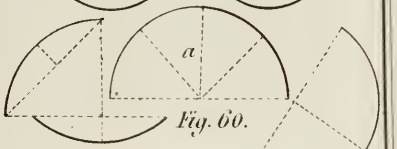


Fig. 64.

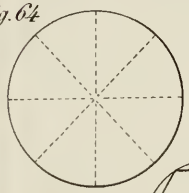


Fig. 66.

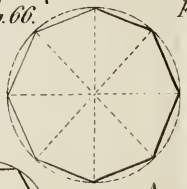


Fig. 68.

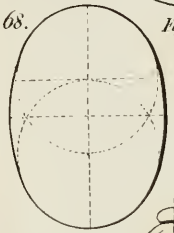


Fig. 69.

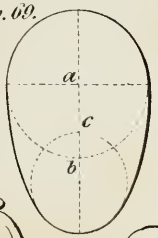


Fig. 71.

Fig. 70.

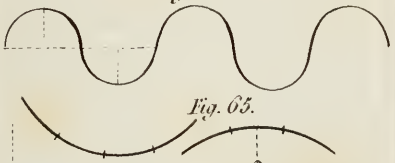


Fig. 65.

Fig. 67.

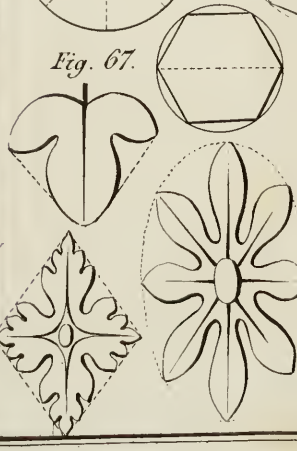


Fig. 72.

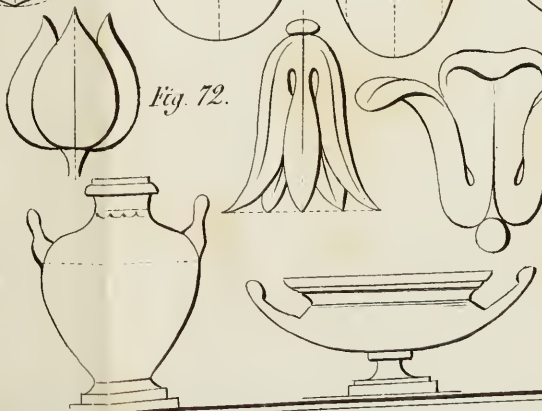


Fig. 1.

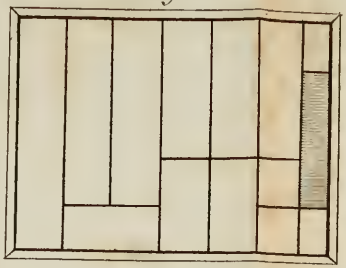


Fig. 2.

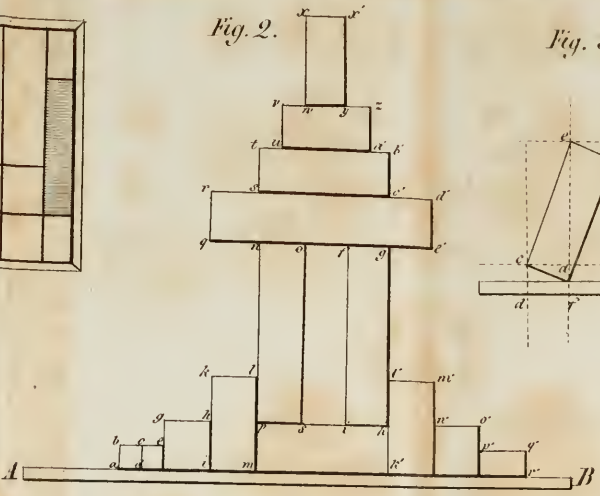


Fig. 3.

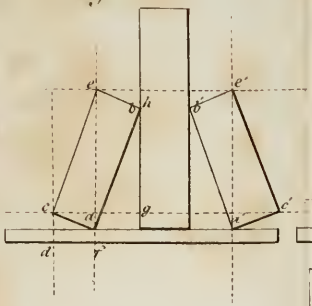


Fig. 4.

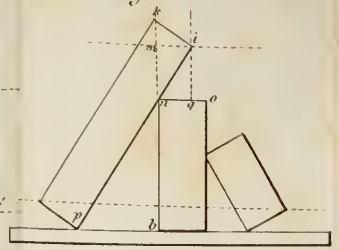


Fig. 5.

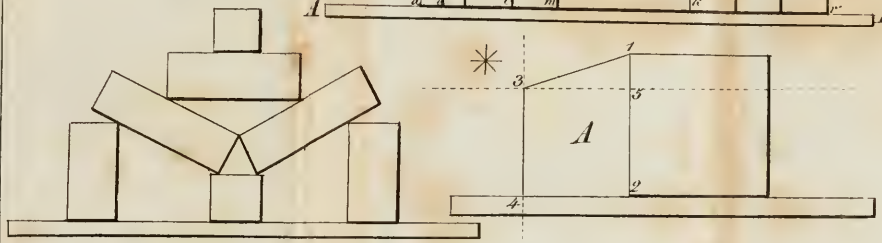


Fig. 6.

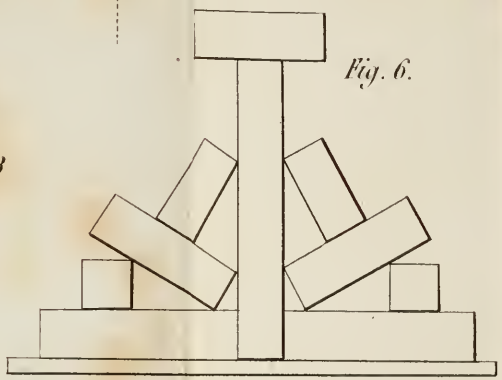
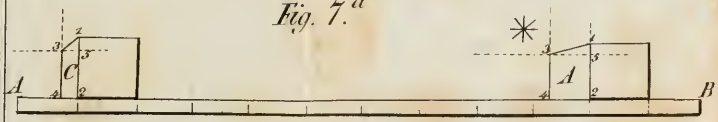
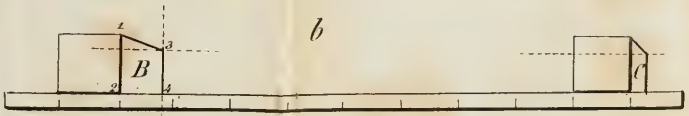


Fig. 7.a

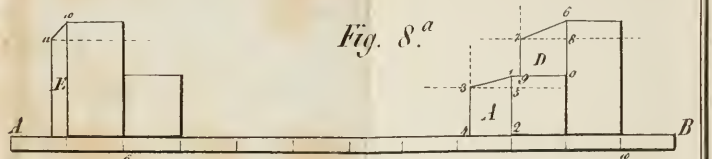


b

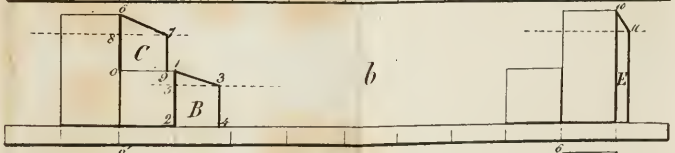


c

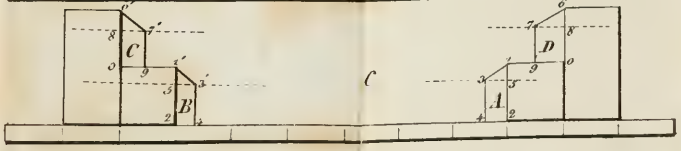
Fig. 8.a



b



c



F. Jattnia.

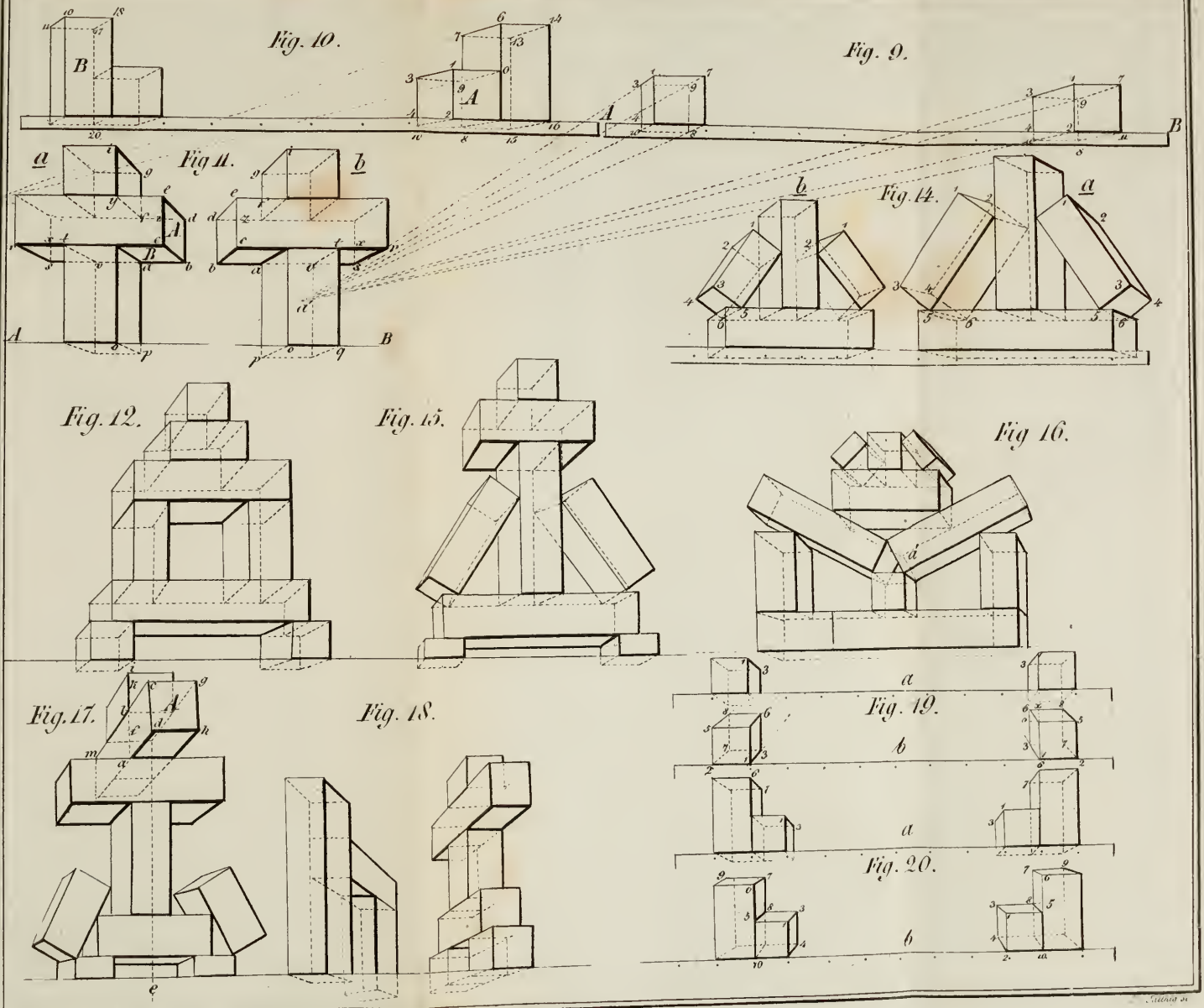


Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 14.
Fig. 12.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.

Fig. 21.

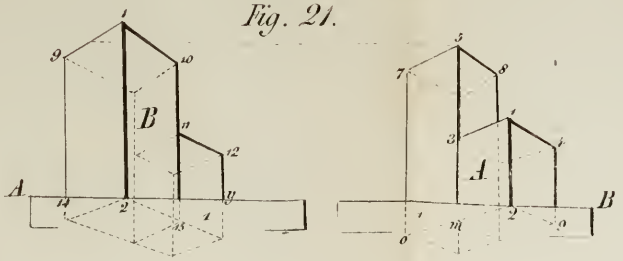


Fig. 22.

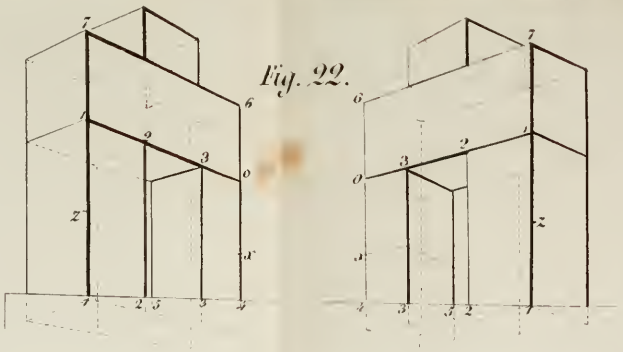


Fig. 23.

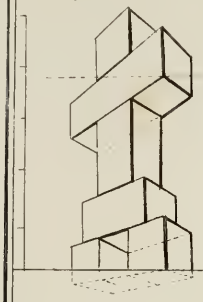


Fig. 26.

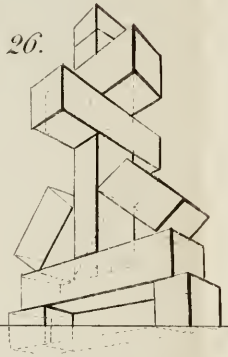


Fig. 24.

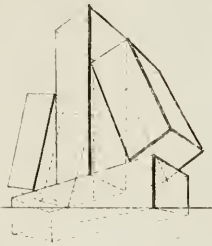


Fig. 25.

Fig. 27.

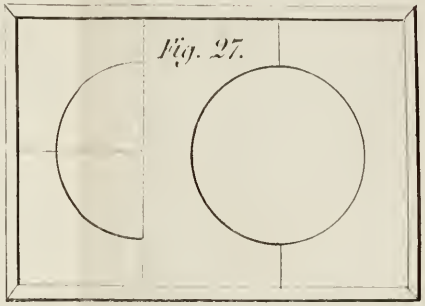


Fig. 28.

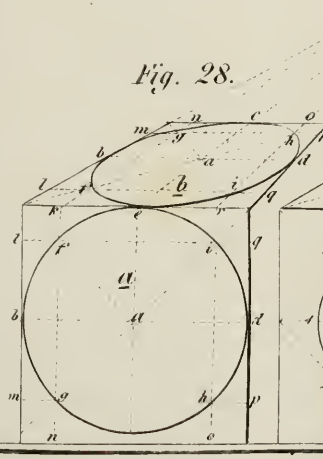


Fig. 29.

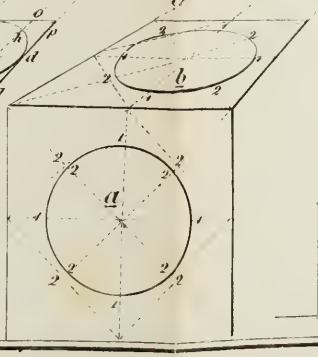


Fig. 30.

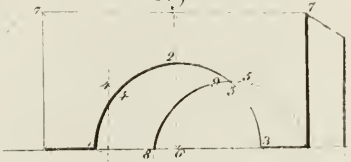


Fig. 31.

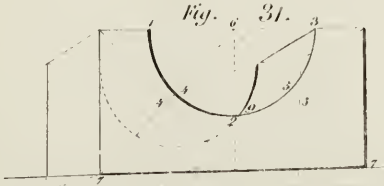


Fig. 32.

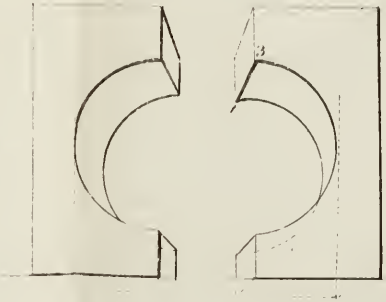


Fig. 33.

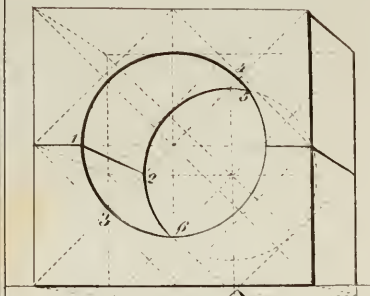


Fig. 34.

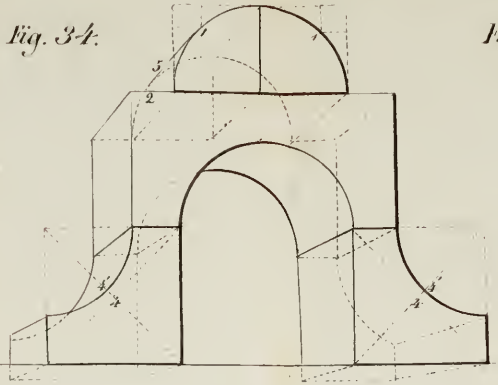


Fig. 35.

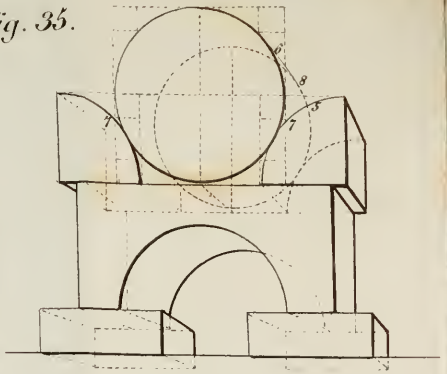


Fig. 36.

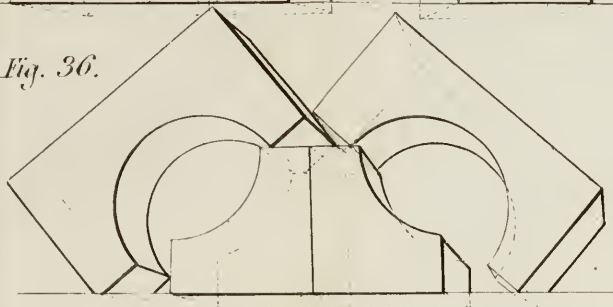


Fig. 37.

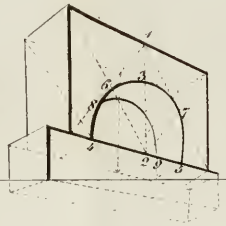


Fig. 38.

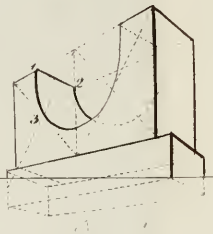


Fig. 39.

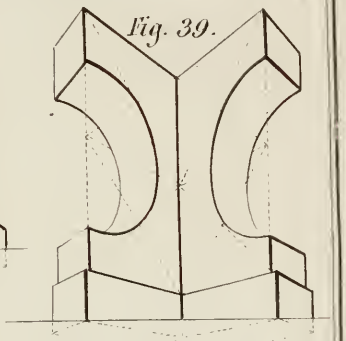


Fig. 40.

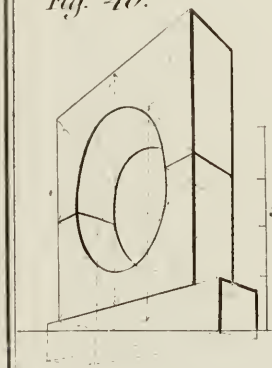


Fig. 41.

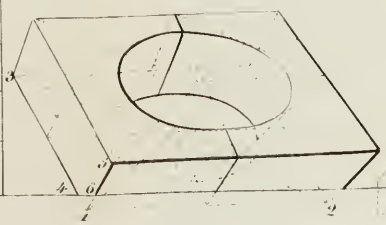


Fig. 42.

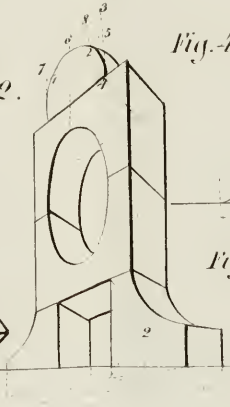


Fig. 44.

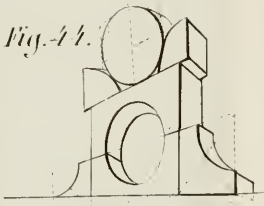


Fig. 45.

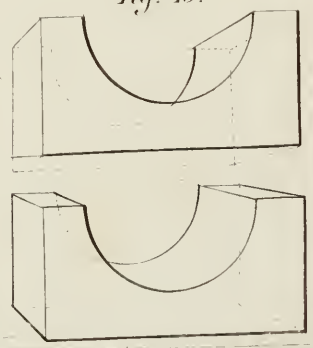


Fig. 43.

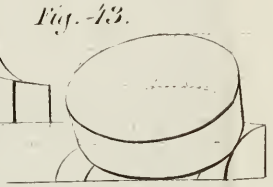


Fig. 1.

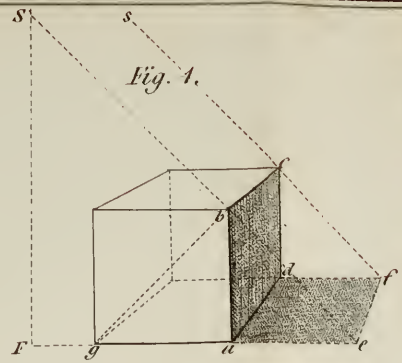


Fig. 2.

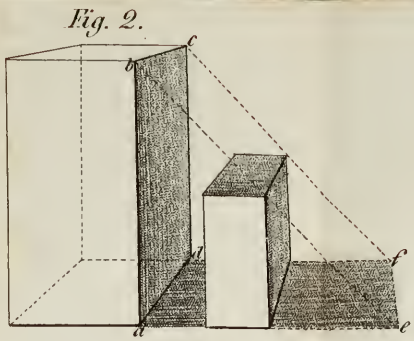
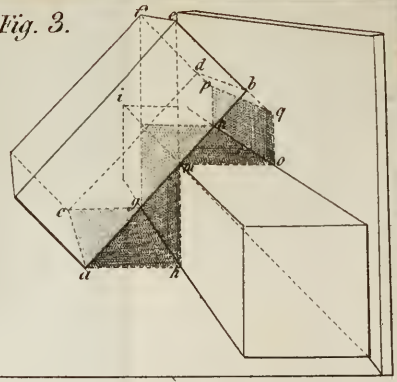


Fig. 3.



A

Fig. 4.

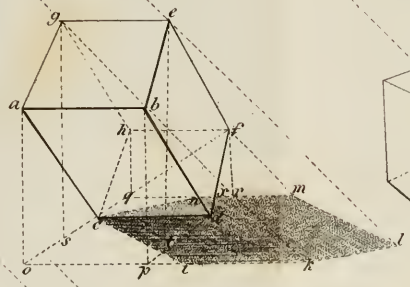


Fig. 5.

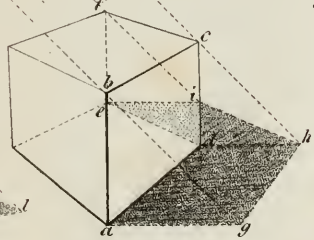


Fig. 6.

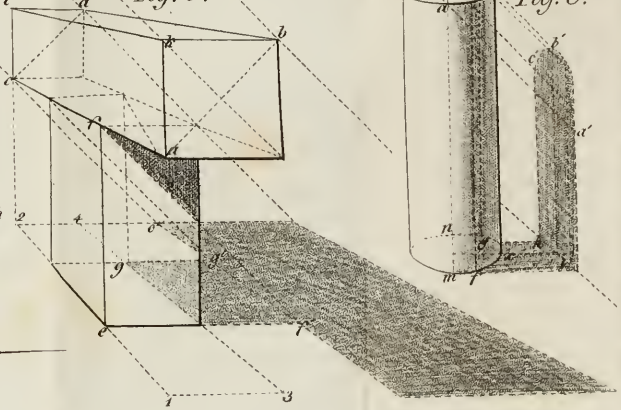


Fig. 8.

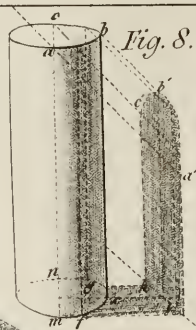


Fig. 7.

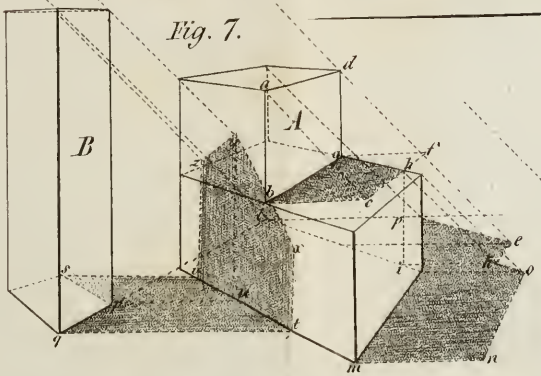


Fig. 9.

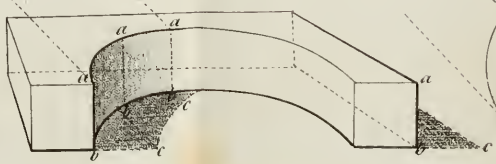


Fig. 10.

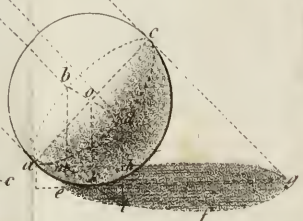
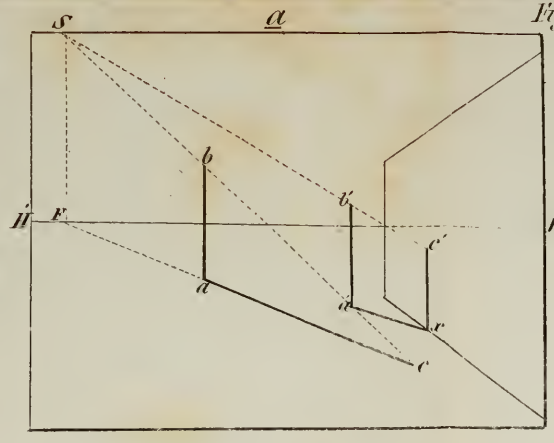


Fig. 11.



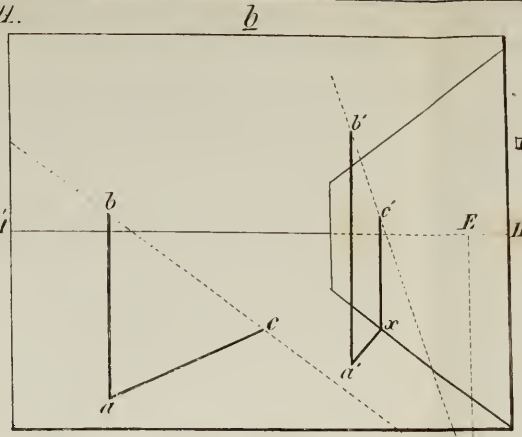
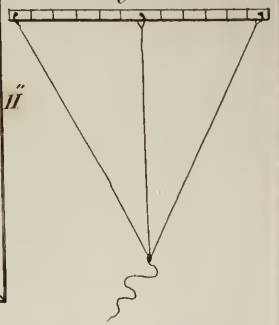


Fig. 20.



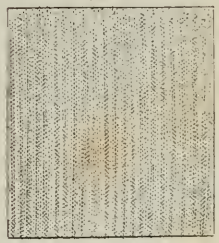


Fig. 12.

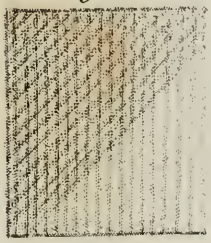


Fig. 14.

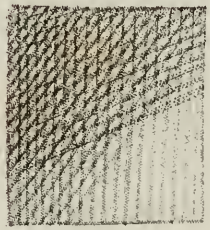


Fig. 15.

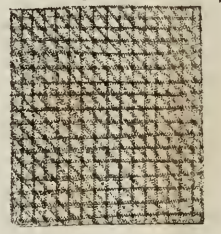


Fig. 16.

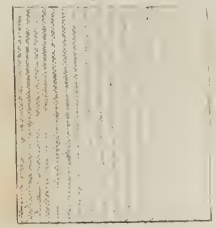
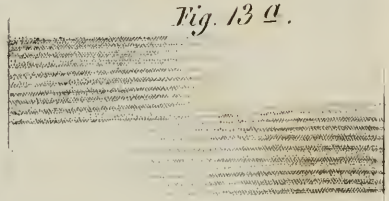


Fig. 17.

Fig. 13 a.



b

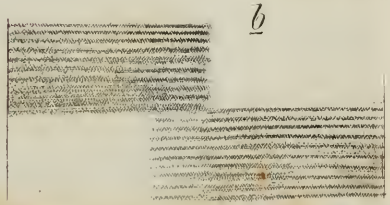


Fig. 18.

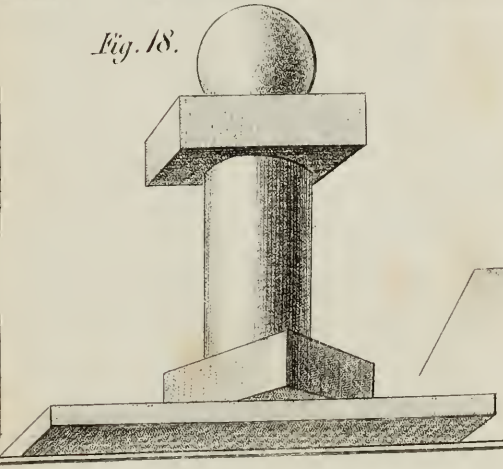


Fig. 19.

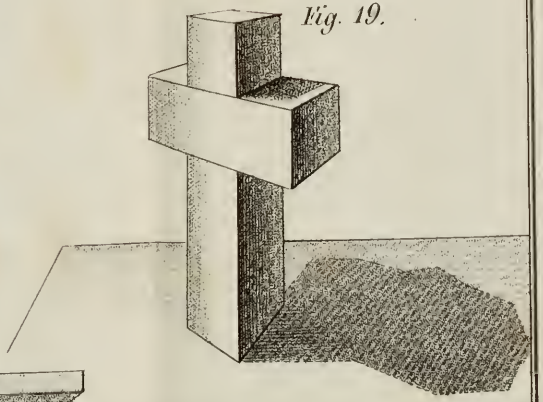


Fig. 1.

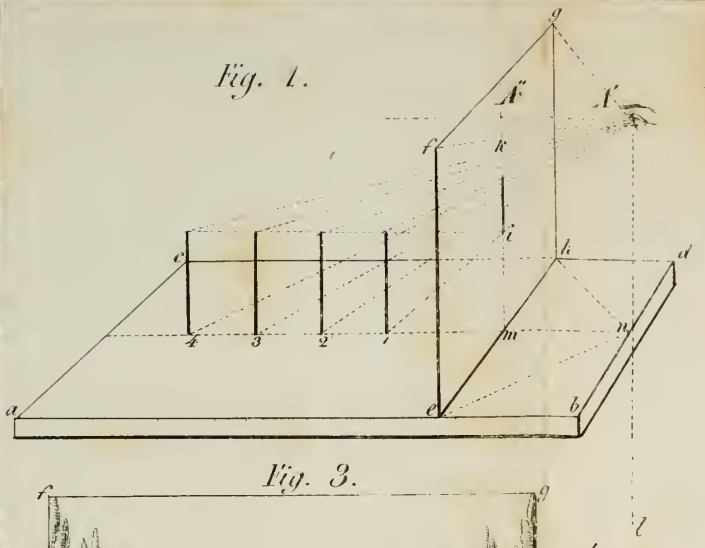


Fig. 2.

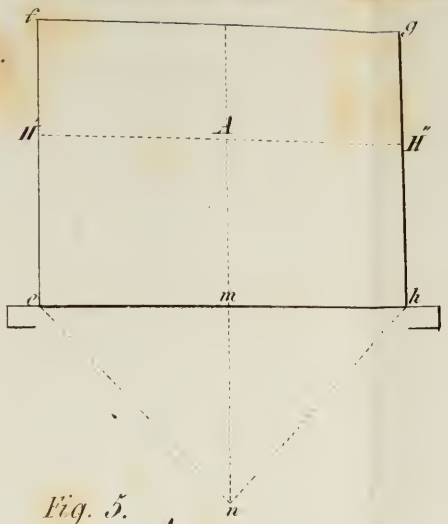


Fig. 3.

Fig. 4.

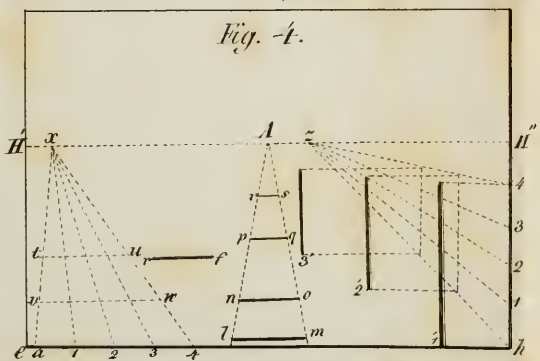
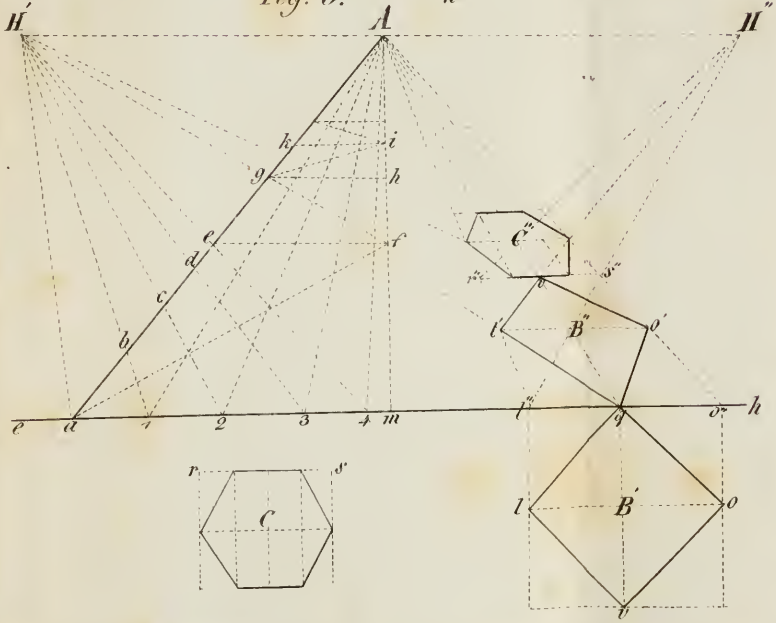


Fig. 5.



F. Jülbug sc.

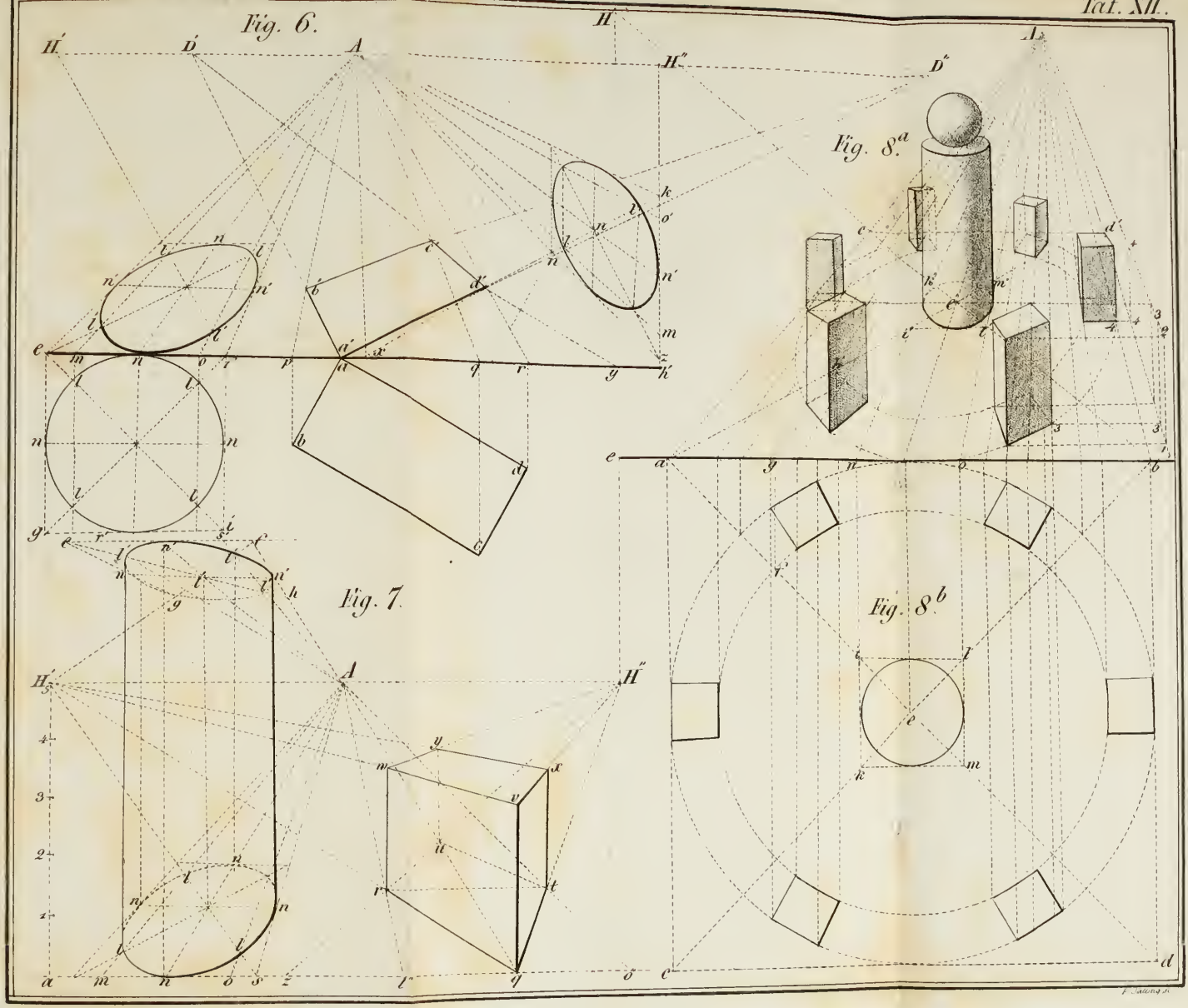


Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.a
Fig. 8.b